3 3433 06274711 2

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND LXVIII.

3788

Digitized by Google

Digitized by Google

ANNALEN
DER
PHYSIK
UND
CHEMIE.

DRITTE REIHE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ACHTER BAND.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1846.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt

des Bandes LXVIII der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Seite

I. Bemerkungen zu meiner Theorie des farbigen Lichts der Doppelsterne etc. mit vorzüglicher Rücksicht auf die von Hrn. Dr. Ballot zu Utrecht dagegen erhobenen Bedenken; von Christian Doppler. 1

II. Ueber den weifsen Regenbogen; von A. Bravais. 35

III. Ueber den Einflufs der Elektricität des Platins und des Silbers auf das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft; von C. F. Schoenbein. 37

IV. Ueber das Verhalten des Ozons zu Jod, Chlor, Brom und Untersalpetersäure; von Demselben. 42

V. Ueber elektrische Ströme, erregt durch Schwingungen in Drähten und Metallstäben; von Sullivan. 50

VI. Ueber den Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den specifischen Gewichten der flüssigen organischen Verbindungen, nebst Kritik der Kopp'schen Werthe die specifischen Gewichte vorauszubestimmen etc.; von C. Löwig. (Vierte Abhandlung.) 51

VII. Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel in geradlinig polarisirtem Lichte; von W. Haidinger. 73

VIII. Ueber die Construction zusammengesetzter Mikroskope; von Barfufs. 88

IX. Untersuchung über den Einflufs, welchen die Anzahl und das Verweilen der in der Sonnenscheibe beobachteten Flecke auf die Temperaturen an der Erde ausüben können; von A. Gautier. 91

X. Versuche über die Sonnenflecke; von Henry. 102

XI. Neunzehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von M. Faraday. 105

(Ueber die Magnetisirung des Lichts und die Beleuchtung der Magnetkraftlinien.)

XII. Lösung des kürzlich über die Verzweigung galvanischer Ströme aufgestellten Problems für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie; von K. W. Knochenhauer. 136

Digitized by Google

S

XIII. Ueber die Vibrationen, welche ein elektrischer Strom im weichen Eisen hervorruft; von W. Wertheim. . . . .

XIV. Ueber die Leitungsfähigkeit des Erdbodens für galvanische Ströme; von C. Matteucci. 1

XV. Ueber das specifische Gewicht der Kieselerde; von F. Graf Schaffgotsch. 1

XVI. Ueber elektrisches Papier; von C. F. Schoenbein. 1

Zweites Stück.

I. Ansichten in Betreff der organischen Zusammensetzung; von J. J. Berzelius. 16

II. Ueber das Daseyn einer bisher unbekannten Variation der Sonnenwärme; von J. J. Nervander. 18

III. Ueber den Einfluſs der Rotation der Sonne auf die Temperatur unserer Atmosphäre; von Buijs-Ballot. 20

IV. Ueber die feurigen Wolken der Sonne, als planetarische Massen betrachtet; von Babinet. 214

V. Ueber die Wärmkraft des Mondslichts; von M. Melloni. . . 220

VI. Ueber den Zusammenhang der Temperaturveränderungen der Atmosphäre und der oberen Erdschichten mit der Entwicklung der Pflanzen; von H. W. Dove. 224

VII. Untersuchung über die Wärmestrahlung; von F. de la Provostaye und P. Desains. 235

VIII. Bestimmung der Kohlensäure in Salzverbindungen; von C. Brunner, Vater. 272

IX. Ueber das chromsaure Chromoxyd; von C. Rammelsberg. . 274

X. Ueber die Zersetzung des oxalsauren Eisenoxyduls in höherer Temperatur; von Demselben. 276

XI. Notiz über das bei der Darstellung des Acetons als Nebenproduct gewonnene brenzliche Oel; von W. Heintz. 277

II. Ueber das Spratzen des Silbers; von H. Rose. 283

XIII. Ueber das von farbigen Körpern reflectirte Licht; von Botzenhart. 291

XIV. Elektromagnetisches Glockengeläut; von C. A. Grüel. . . . 293

XV. Merkwürdige Blitzschläge, beobachtet von K. Gustav Fiedler. 299

Digitized by Google

Seite

XVI. Notizen. — 1) Die Chemitypie, S. 301. — 2) Farbenvertheilung im Cyanplatinmagnesium, S. 302. — 3) Leuchten des Quecksilbers, S. 303. — 4) Lichtbild auf Eis, S. 303. — 5) Gegenwärtige Höhe des Vesuvs, S. 304.

Drittes Stück.

I. Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel, welche das Licht in zwei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen polarisiren; von W. Haidinger. 305

II. Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie, welche eine ausgedehnte Rolle im Mineralreiche spielt; von Th. Scheerer. . . 319

III. Die chemische Constitution der wasserhaltigen Magnesia-Carbonate in Bezug auf polymere Isomorphie; von Demselben. 376

IV. Bemerkung über das Hydrat des kohlensauren Kalks; von Demselben. 381

V. Ueber die Zusammensetzung einiger phosphorsauren Salze von C. Rammelsberg. 383

VI. Ueber die quantitative Bestimmung des Harnstoffs im krankhaft veränderten Harn, nebst einigen nachträglichen Bemerkungen über solche Bestimmung im normalen Harn; von W. Heintz. . . . 393

VII. Ueber schwefelsaures Quecksilberoxyd-Schwefelquecksilber; von J. Jacobson. 410

VIII. Analyse von Staurolithen verschiedener Fundörter; von Demselben. 414

IX. Einiges über das Dove'sche Drehungsgesetz; von Buijs-Ballot. 417

X. Ueber die Einwirkung des Wassers auf Chlormetalle; von Heinrich Rose. 439

XI. Notizen. — 1) Feuersbrünste durch Meteore, S. 447. — 2) Ueber den Geruch bei Blitzschlägen, S. 448.

Viertes Stück.

I. Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtssinns; von A. Seebeck. 449

II. Nachtrag zu den Erläuterungen über N. Savart's Versuche, die Zurückwerfung des Schalls betreffend; von Demselben. . . . 465

III. Magnetische Inclinationen, beobachtet auf einer Reise nach dem Reiche Schoa. 470

Digitized by Google

IV. Ueber den Periklin als Varietät des Albits; von W. Haidinger.

V. Der rothe Glaskopf, eine Pseudomorphose nach braunem, nebst Bemerkungen über das Vorkommen der wichtigsten eisenhaltigen Mineralspecies in der Natur; von Demselben. . . . . . .

VI. Mineralanalysen; von C. Rammelsberg. . . . .

(Achmit, Apatit, Apophyllit, Arseniosiderit, Boulangerit, Epidot, arsensaures Kupferoxyd, Manganocalcit, Nickelglanz, Polyhalit, Prehnit, Psilomelan, Pyrophyllit, Scheelit, Schwerspath, Thuringit, Weifsgültigerz, Wolfram, Zinnkies.)

VII. Bestimmung der magnetischen Inclination und Intensität für Berlin im Jahre 1846; von A. Erman. . . . .

VIII. Ueber die Erwärmung des Eisens beim Magnetisiren desselben; von Breda. . . . .

IX. Einiges über das Dove'sche Drehungsgesetz; von Buijs-Ballot. (Schlufs.) . . . .

X. Ungewöhnliche Farbenvertheilung im Regenbogen, von Zantedeschi. . . . .

XI. Stalactiten mit Krystallen als Axen; von K. G. Fiedler. . . .

XII. Ueber das Vermögen neutraler Metallsalzlösungen, von einem andern weniger oxydirbaren (mehr negativen) Metall eine geringe Menge aufzulösen; von N. W. Fischer. . . . .

XIII. Trockenheit der Luft in Abyssinien; von d'Abbadie. . . . .

XIV. Die Temperaturverhältnisse von Elbing in Preufsen. . . . .

XV. Goldgehalt des Rheinsandes. . . . .

Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Haidinger, Fig. 1 und 2, S. 75; Fig. 3, S. 76; Fig. 4, S. Fig. 5 und 6, S. 79; Fig. 7, S. 83; Fig. 8, S. 84; Fig. 9, S. 85; Fig. und 11, S. 87; Fig. 12, 13, 14, S. 305; Fig. 15 und 16, S. 306; Fig. und 18, S. 309; Fig. 19 und 20, S. 310; Fig. 21 und 22, S. 31 Fig. 23, S. 312; Fig. 24 bis 27, S. 313; Fig. 28 und 29, S. 314; Fig S. 317; Fig. 31, S. 318. — Faraday, Fig. 32, S. 110; Fig. 33, S. 11 Fig. 34, S. 132. — Knochenhauer, Fig. 35, S. 136. — Brunne Fig. 36, S. 272.

Taf. II. — Buiys-Ballot, S. 212.

Taf. III. — Buiys-Ballot, Fig. 1, 210. — Provostaye und Desain Fig. 2, S. 238; Fig. 3 kommt in der Fortsetzung des Aufsatzes vor. Haidinger, Fig. 4, S. 473; Fig. 5 und 6, S. 474. — Fiedler, Fig. S. 301; Fig 8 bis 12, S. 570.

Digitized by Google

1846. ANNALEN №. 5.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXVIII.

I. *Bemerkungen zu meiner Theorie des farbigen Lichtes der Doppelsterne etc. mit vorzüglicher Rücksicht auf die von Herrn Dr. Ballot zu Utrecht dagegen erhobenen Bedenken;*

vom Professor Christian Doppler in Prag.

§. 1. Wenn richtige Folgerungen in vielfach bewährten Theorien gezogen werden, so bedürfen sie zwar nicht erst der Bestätigung durch die Erfahrung; sie sind vielmehr gleich richtig und wahr, wie jene Theorien selber. Nichtsdestoweniger ist eine Bewährung derselben auf dem angedeuteten Wege stets höchst wünschenswerth, da sie ihnen jedenfalls eine allgemeinere Anerkennung und Verbreitung sichert, — abgesehen selbst davon, dafs noch überdiefs die Zulässigkeit der jenen Theorien zum Grunde liegenden empirischen Voraussetzungen hiedurch nochmals bestätigt wird.

Ich läugne daher nicht, dafs es mir sehr angenehm war, den von mir in einer kleinen Schrift [1]) zuerst zur Sprache gebrachten allgemeinen Satz, betreffend den Einflufs einer statthabenden relativen Bewegung auf den Wellenschlag, auf die Tonhöhe und Farbe, mit eben so viel Umsicht wie Unpartheilichkeit einer derartigen vorurtheilsfreien Prüfung unterzogen zu sehen. Es geschah diefs, wie die geehrten Leser dieser Zeitschrift bereits wissen, durch Hrn. Dr. Ballot in Utrecht [2]). — Er hat sich hiedurch gewifs den aufrichtigen Dank jedes wahrhaften Freundes der Wissenschaft gesichert. Der Erfolg der zu diesem Behufe angestellten Ver-

1) Ueber das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels, von Chr. Doppler. Prag 1842, bei Borrosch und André.

2) Poggendorff's Annal. Bd. 66, S. 321.

Digitized by Google

suche war bekanntlich ein für die Richtigkeit meiner Theorie entschieden günstiger, wie diefs auch Hr. Dr. Ballot selber anerkennt. Es wird ihn gewifs freuen, aus dem Nachfolgenden zu entnehmen, dafs die Resultate der von ihm unternommenen Versuche mit den Forderungen meiner Theorie noch viel genauer stimmen, als er es selber zu Folge seines Aufsatzes zu vermuthen scheint. — Nichtsdestoweniger ist Hr. Dr. Ballot (und wahrscheinlich sind diefs mit ihm noch viele Andere) der Meinung, dafs diese Theorie, wenngleich an sich richtig, mehrerer Gründe wegen, auf die Erklärung der Farbe und der Farbenänderung der Doppelsterne etc. keine Anwendung finden könne. Hrn. Dr. Ballot's diefsfallsige Bedenken sind von so unzweideutig aufrichtiger Art, und zugleich fast durchweg von so grofser scheinbarer Erheblichkeit, dafs ich es mir, insbesondere aber dem fraglichen Gegenstande, schuldig zu seyn glaube, einige Bemerkungen und Erläuterungen (in sofern diese nicht schon in einem früheren gelegentlichen Aufsatze [1]) enthalten sind) den Lesern dieser Zeitschrift zur weiteren Erwägung vorzulegen.

Die freundliche Aufnahme, die jener einfache Gedanke bei Vielen gefunden, veranlafste mich überdiefs seither mehrmals wieder zu demselben zurückzukehren, und so kann denn der gegenwärtige Aufsatz zugleich als eine wesentliche Ergänzung und vielleicht nicht unwillkommene Erläuterung meines früheren ursprünglichen angesehen werden.

§. 2. Vor allem Anderen glaube ich die Aufmerksamkeit des Lesers auf einen bemerkenswerthen Umstand lenken zu müssen, der mit vieler Ueberredungskraft Zeugnifs abzugeben scheint von der sorgsamen Umsicht und Genauigkeit, mit denen jene Versuche von Hrn. Dr. Ballot angestellt wurden, so wie derselbe hinwieder die Richtigkeit meiner Theorie noch mehr bestätigt.

1) Oesterreichische Blätter für Literatur und Kunst, 1844, No. 15, S. 115. — Ueber das farbige Licht der Doppelsterne mit vorzüglicher Bezugnahme auf eine von Hrn. Dr. Mädler im Stuttgarter Morgenblatte, 1844, No. 51, erschienene Recension einer unter obigem Titel verfafsten Druckschrift von Chr. Doppler in Prag.

Digitized by Google

Hr. Dr. B. führt nämlich S. 336 seiner Abhandlung als eine ihm noch unerklärliche Anomalie an, dafs nach übereinstimmender Aussage der Musiker der kommende Ton weniger erhöht, als der gehende erniedrigt gehört worden sey, im Vergleich nämlich mit dem objectiven. Allein gerade ein solcher Sachverhalt folgt mit Nothwendigkeit aus meiner Theorie, indem die von mir aufgestellte Formel es bis zur Evidenz darthut, dafs bei gleicher Geschwindigkeit der gehende Ton mehr erniedrigt, wie früher der kommende Ton erhöht gehört werden müsse. — Das Verhältnifs der Töne zu einander in Bezug auf ihre Höhe ist nämlich kein arithmetisches, sondern ein geometrisches, und drei Töne, die z. B. in der Secunde 64 Schwingungen machen, und von denen der erste in Folge einer Bewegung des Beobachters 34 Schwingungen einbüfst, der letzte dagegen eben so viele für die subjective Wahrnehmung gewinnt, während der mittlere sich gleich bleibt, verhalten sich rücksichlich ihrer Höhe wie die Zahlen 30 : 64 : 98, oder sehr nahe wie 1 : 2 : 3, mithin fast wie der Grundton zur Octave, und wie diese zum Tone *G*. Während demnach ein Beobachter den gehenden Ton um eine ganze Octave erniedrigt hört, vernimmt er bei ganz gleicher Geschwindigkeit den kommenden nur als dessen nächst höhere Quinte. — Allgemein aber verhalten sich gehender Ton, stehender und kommender Ton, bei einer Bewegung des Beobachters wie: $(v-a) : v : (v+a)$; bei einer Bewegung der Quelle aber wie: $v(v-a) : (v^2-a^2) : v(v+a)$; — wie sich diefs unmittelbar aus den Formeln selber ergiebt. Eben diese Formeln zeigen auch, dafs zwar der Unterschied des Unterschiedes um so unmerklicher wird, je gröfser die Schwingungszahlen werden, dafs er aber doch stets vorhanden sey, und unter günstigen Umständen sogar noch wahrnehmbar werden müsse. Wie aber Tonunterschiede und deren weiterer Unterschied zu ermitteln sind, hat schon Chladni in seiner Akustik (S. 9, Anmerk.) genügend dargethan. — Wenn daher diese Wahrnehmung gleichwohl nicht ausnahmslos gemacht worden war, so mufs

Digitized by Google

der wahre Grund hievon in der ungleichen Geschwindigkeit der kommenden und gehenden Locomotive oder sonst anderswo gesucht werden. — Und so ist denn das, was im ersten Augenblicke als eine die Theorie benachtheiligende Anomalie erschien, bei genauerer Erwägung zu einer neuen schönen Bestätigung derselben geworden.

§. 3. Des Vorerwähnten ungeachtet glaubt jedoch, wie gesagt, Hr. Dr. Ballot demjenigen Theil der Anwendung meines Fundamentalsatzes seinen Beifall versagen zu müssen, welcher sich auf die Erklärung des farbigen Lichtes der Doppelsterne etc. bezieht. Ich glaube nichts Wesentliches zu übergehen, wenn ich jene Einwendungen und Bedenken unter nachfolgenden Hauptpunkten zusammenfasse:

α) Erstlich behauptet Herr Dr. Ballot, dafs ich dem menschlichen Auge eine viel zu grofse Empfindlichkeit für Farbenunterschiede zutraue, und mich in dieser Beziehung mit Unrecht auf Herschel's d. J. Meinungsäufserung berufe.

β) Sodann behauptet derselbe, dafs wegen der Analogie des weifsen Lichtes mit dem, was man in der Akustik ein Geräusch nennt, und da man bei letzterem einen solchen Einflufs der Bewegung bisher nicht wahrnahm, — auch ein solcher wenigstens beim weifsen Lichte folgerecht geläugnet werden müsse.

γ) Ferner, dafs eine Farbenänderung in Folge einer Bewegung schon deshalb nicht statthaben könne, weil man füglich über und unter den sichtbaren Strahlen noch andere unsichtbare, gleichsam *en reserve*, anzunehmen genöthigt sey, die sofort bei einem durch Bewegung veranlafsten Austreten eines Theils der sichtbaren Lichtstrahlen stellvertretend eintreten, und sich ungeachtet ihrer Intensitätsverschiedenheiten nach Melloni vollkommen sollen ersetzen können.

δ) Weiteres behauptet, weniger jedoch Hr. Dr. Ballot, als Hr. Dr. Mädler, dafs die hier nothwendig anzunehmende Geschwindigkeit bei den Gestirnen des Himmels nicht aufzubringen sey, und die, wenn auch

Digitized by Google

sonst richtige Theorie, deshalb auf diese Objecte keine Anwendung finden könne, und

ε) endlich widerspreche die einfache Erfahrung in den meisten Fällen den Aussagen meiner Theorie.

Fürwahr ein hübsches Register von Einwendungen und Bedenken gegen die Anwendung einer Theorie, die ich noch gegenwärtig für eine erlaubte und richtige halte, — und wer sollte da nicht sogleich eingestehen, dafs, würden dieselben durchaus bewährt befunden, diefs mehr als hinreichend wäre, jeden Gedanken an die Anwendbarkeit meiner Theorie auch auf diese Objecte völlig zu vernichten! — Doch so tief ist mir in dieser Sache der Muth noch nicht gesunken, dafs ich von dem Versuche abstehen sollte, die vorstehenden Behauptungen einer genaueren Erwägung zu unterziehen und auf ihr richtiges Maafs zurückzuführen. — Und sofort möge der geehrte Leser selber darüber urtheilen, auf welcher Seite das Mehrere zurückzunehmen ist!

§. 4. Hr. Dr. Ballot beschuldigt mich, dafs ich dem menschlichen Auge eine viel zu grofse Empfindlichkeit für Farbenunterschiede zutraue, und dafs ich mit Unrecht mich diefsfalls auf Herschel d. J. Ansicht hierüber, in sofern sich diese aus dessen Werk über das Licht entnehmen läfst, berufe. Was zunächst diese Berufung anbelangt, so ist es wirklich sonderbar, dafs Hr. Dr. Ballot mich durch eben jene Stelle widerlegen zu können glaubt, die ich als für meine Ansicht sprechend anzuführen mich noch immer geneigt fühle. Doch es hiefse den commentatorischen Geist des Mittelalters wieder heraufbeschwören, wollte ich bei dieser Art von Rechtfertigung länger verweilen, als diefs unabweislich nöthig ist. Selbst die möglichst kurzgefafste abgedrungene Erläuterung [1]) sey in die beifolgende Anmerkung ver-

1) Das Mifsverständnifs scheint hauptsächlich sich aus dem Umstande zu erklären, dafs Herschel in der That an der erwähnten Stelle zweierlei Annahmen macht, eine von 1 000 000, die andere von 300 000 Farbennüancen. Erstere bezieht sich augenscheinlich auf die prismatischen, letztere auf die Farben, wie sie an den verschiedenen natürlichen Objecten vorkommen, d. i. auf das reflectirte Licht. — Ein anderer Grund dieser Meinungsdifferenz liegt in den abweichenden Uebersetzungen. Bei Schmidt (Her-

Digitized by Google

wiesen. — Von unendlich gröfserer Wichtigkeit für die Haltbarkeit meiner Ansicht ist dagegen, ich gestehe es selber ein, die in jener Beschuldigung ausgesprochene Behauptung, dafs schon die Annahme von 300 000, geschweige denn erst von 1 000 000 noch unterscheidbarer Farbenabstufungen eine zu weit gehende sey, und ich appellire diefsfalls nicht ohne grofse Zuversicht an das unbefangene Urtheil eines Jeden, indem ich Nachfolgendes der Erwägung anheimstelle:

a) Noch Niemand hat es, so viel ich weifs, im Entferntesten in Abrede gestellt, dafs der Sinn des Gesichtes ein höherer, feinerer und in dieser Hinsicht edlerer sey, wie jener des Gehörs, und wohl Jedermann nimmt es für ausgemacht an, dafs diesem entsprechend auch die Mannigfaltigkeit der Gesichtseindrücke jene des Gehörs weithin überbiete. Könnte man ja noch daran zweifeln, so würde uns schon der blofse Hinblick auf den Umstand bekehren, dafs auch das die Objectivität mit der Subjectivität vermittelnde Medium, beim Lichte nämlich der Aether, viele tausendmal feiner, zarter und edler ist, als die beim Schalle auftretende atmosphärische Luft. — Die Elemente der ersteren sind die verschiedenen Farben und ihr Nebeneinanderseyn im Raume, die der zweiten die Töne oder vielmehr Schalle und ihre Aufeinanderfolge in der Zeit. Es scheint mir demnach ganz folgerecht anzunehmen, dafs es der einzelnen Farbenabstufungen eine ungleich gröfsere Zahl geben müsse, als der einfachen, noch unterscheidbaren Ton- oder Schallabstufungen. Wenn es sich also nun herausstellen sollte, dafs es die unabweisbare Erfahrung erheische, der einfachen Töne (im weitesten Sinne des Wortes) mehrere als z. B. 300 000 oder gar als 1 000 000 anzunehmen, so wäre es jedenfalls interessant zu vernehmen, auf welche Weise man sich noch weiter der Nothwendigkeit sollte entziehen können, eine gleiche, ja eine noch viel gröfsere Anzahl von noch wahr-

schel's Licht, S. 259, §. 510) ist die Stelle von Quetelet und Verhulst *„ce qui est plusque suffisant"* durch das ungleich schwächere „völlig hinlänglich" gegeben. — Auch findet sich bei ersterem noch ein Beisatz, den ich im Citate des Hrn. Ballot vermisse.

Digitized by Google

nehmbaren Abstufungen bei den Farben anzunehmen und folglich auch mir zuzugestehen. — Nun bin ich zwar selbst kein Musiker — aber die Stadt Prag, in der ich weile, kann sich rühmen, eine nicht unbedeutende Zahl von Componisten, Tonkünstlern und Musikkennern des ersten Ranges zu besitzen, und an diese beschlofs ich mich deshalb zu wenden. Ich wandte mich zuerst einzelnweise an sieben der ausgezeichnetsten derselben, und stellte an diese nachfolgende vier Fragen: 1) Wie viele noch unterscheidbare Abstufungen in Bezug auf die Intensität eines gewissen Tones oder Schalles lassen sich wohl füglich annehmen zwischen dem allerschwächsten, eben nur erst hörbaren und dem allerstärksten derselben Art? — 2) Wie grofs kann der Umfang der noch hörbaren Töne angenommen werden? — 3) Welche Unterschiede in der Tonhöhe lassen sich im Mittel und unter günstigen Umständen, d. i. bei der Möglichkeit einer bequemen Vergleichung, noch wahrnehmen? — und 4) wie vielfach ist die noch wahrnehmbare Qualitätsverschiedenheit bei einem Tone von einer gewissen Höhe und Intensität?

In Betreff der ersten Frage enthielten sich zwar sämmtliche sieben Musiker einer bestimmten Antwort, sich damit entschuldigend, dafs es hiebei sogar viel auf die Individualität ankomme (und dasselbe war auch der Fall bei der vierten Frage). Als ich jedoch meine Frage so stellte: ob es wohl eine übertriebene Annahme sey, solcher Abstufungen etwa 90—100 anzunehmen, verneinten dieses fünf von ihnen ganz bestimmt, einer glaubte man dürfe hierin selbst noch merklich weiter gehen, und nur der letzte wünschte die Zahl sicherheitshalber, wie er sich ausdrückte, etwas herabgesetzt. Ich setze diese Zahl daher absichtlich auf 70 herab. — In Bezug auf die zweite Frage erklärten sie einstimmig, dafs, wenn man die zwar nicht mehr musikalisch brauchbaren, aber doch noch hörbaren Töne oder vielmehr Schallempfindungen mit einbegreife, man recht wohl elf Octaven und darüber annehmen könne, und diese Behauptung stimmt auch sehr gut mit den von Savart auf dem Wege

der Experimente mittelst der Sirene gefundenen Resul
überein, in Folge deren alle zwischen den Schwingung
len 14 bis 33000 liegenden Töne noch wahrnehmbar
was ungefähr $11\frac{1}{2}$ Octaven beträgt [1]). Ich nehme dem
11 Octaven zu 7 Tönen. — Rücksichtlich der dritten F
wurde mir einstimmig versichert, dafs, wenn die in F
stehenden Töne mit einander verglichen werden kön
auch ein minder geübtes und feines Gehör noch Tonun
schiede von weniger als $\frac{1}{16}$ Ton noch gar wohl zu un
scheiden vermöge (mehrere sagten geradezu $\frac{1}{32}$ Ton),
welcher kleineren Zahl 16 ich denn auch bleibe, wiew
es mir nichts weniger als unbekannt ist, dafs Webe
durch unmittelbare Wahrnehmung noch $\frac{1}{70}$ Töne zu un
scheiden vermochte. — Was endlich die vierte Frage
belangt, so fand ich sämmtliche Gefragte sehr bereitwil
die nur nach meinem subjectiven Dafürhalten hingeworfe
Zahl 20 nicht nur zu willfahren, sondern eher noch zu v
doppeln. Sie bemerkten mir ganz richtig, dafs es ja w
nigstens eben so viele wesentlich qualitativ verschiede
Tonscalen geben müsse, als es verschiedene Instrumen
giebt, und die Anzahl dieser wohl schon die von mir g
nannte Zahl weit übersteige. — Auch sey es ja zur G
nüge bekannt, wie selbst ein musikalisch ungeübtes Ohr d
Stimme eines Bekannten oder Freundes aus Hunderten,
Tausenden Anderer sicher herauszufinden vermöge. Gleic
wohl bleibe ich absichtlich vorerst noch bei der Zahl 2
stehen. — Aus den hier angeführten Daten ergiebt sich ab
wegen 11.7.16.70.20=1 724 800, und davon, da sich ein
gleiche Schärfe für vorzüglich hohe und tiefe Töne wol
nur selten bei einem und demselben Individuum vorfinde
dürfte, noch ein volles Drittel in Abzug gebracht, gieb
noch immer die enorme Anzahl von 1 149 867 wohl unter
scheidbarer Abstufungen des Schalles. — Nimmt man abe
die etwas gröfseren, gleichfalls allgemein für noch zulässi
anerkannten Positionszahlen, und zwar entsprechend de

1) Gehler's physikal. Wörterbuch, Bd. 8, S. 502.
2) Fechner's Repertorium, Bd. 1, S. 260.

Digitized by Google

obigen Ordnung, an, so findet man beziehungsweise wegen: 11 . 7 . 32 . 70 . 40 = 6 899 200 und nach Abzug von einem Drittel noch immer die ungeheure Anzahl von 4 599 467 Verschiedenheiten in der Perception der Töne. Da eine grofse Anzahl anderer Musiker, die ich seither mittelbar oder unmittelbar darüber befragte, diese Positionszahlen von aller Uebertreibung frei sprachen, und man es andererseits auch nicht bezweifeln wird, dafs es der einfachen Gesichtsempfindungen jedenfalls eine gröfsere Anzahl wie der Schallempfindungen geben mufs, so ist diese Betrachtungsweise, wie es mich dünkt, nicht nur ganz geeignet meine frühere Annahme von 1 000 000 verschiedenen Farbennüancen vollkommen zu rechtfertigen, sondern sie scheint zugleich eine Berechtigung darzubieten, hierin noch um ein Bedeutendes weiter zu gehen.

β) Aber nicht einmal nöthig ist es, dafs ich meine Annahme von 1 000 000 und mehreren Farbennüancen durch eine Hinweisung auf ganz analoge Verhältnisse beim Schalle rechtfertige, sondern die Farbenclassification selber bietet hierfür, meines Bedünkens, genugsam feste Anhaltspunkte dar. — Von allen mir bekannten Gelehrten, die sich mit der empirischen Classification der Farben befafsten, weifs ich auch nicht einen, der nur die rein prismatischen Farben, geschweige denn erst selbstleuchtende farbige Objecte (wie die Fixsterne z. B.) in seine Farbenscala mit aufgenommen und für sie eine eigene Rangordnung geschaffen hätte. Die meisten von ihnen, oder doch viele, wie z. B. Werner, Mohs u. m. A., gehen inzwischen so weit, dafs sie einen Unterschied anerkennen und diesen sogar als Eintheilungsgrund für ihre Classification benutzen, nämlich den zwischen den gewöhnlichen und metallisch glänzenden Farben. Ihre Scala ist demnach noch sehr unvollständig, denn es fehlen in ihr noch die prismatischen Farben, und endlich noch die der selbstleuchtenden Objecte. Herschel d. J. hat an der obenerwähnten Stelle ganz augenfällig bei seiner Annahme von 300 000 Farbennüancen nicht die prismatischen mit Inbegriff jener an den uns umgebenden Ge-

Digitized by Google

genständen vorkommenden Farben verstanden wissen w
len (denn solcher nimmt er beiläufig zwar aber denn
ausdrücklich 1 000 000 an), sondern blofs letztere all
d. h. die gewöhnlichen und die metallisch glänzenden. I
läfst es sich sehr leicht darthun, dafs die Anzahl der m
lichen Farbenabstufungen mit der Intensität des Lich
wächst, und dafs diese Zunahme nach der dritten Pot
der letzteren zu bestimmen ist. Gäbe es bezüglich der d
Hauptfarben Gelb, Roth und Blau, das eine Mal z. B. v
jeder nur 10, in einem anderen Falle dagegen 100 Int
sitätsabstufungen, so würde im ersteren Falle die entsp
chende Intensität im Maximo durch 30, im zweiten du
300 Strahlen repräsentirt, welche Zahlen sich zu einan
wie 1 zu 10 verhalten. Fragt man dagegen nach den dies
Annahmen entsprechenden Anzahlen der Farbennüancen,
ergeben sich hiefür wegen 10.10.10=1000 und 100.10
100=1 000 000, die Zahlenwerthe 1000 und 1 000 000, w
che Zahlen in dem Verhältnisse von 1 : 1000, oder v
1 : 10^3 zu einander stehen. Es verhalten sich demnach d
Anzahlen der Farbennüancen wie die Cubi der entspreche
den Intensitätszahlen. — Nun weifs man aber, dafs von a
len nicht metallisch glänzenden Farben Kremserweifs d
meiste Licht reflectirt, nach Lambert 0,42 der auffalle
den Strahlen. Die metallisch glänzenden aber (wenn s
keine eigentlichen Spiegel sind) jedenfalls weniger als 0,67[1]
— Andererseits wird von Herschel, und ziemlich allg
mein, angenommen, dafs die Anzahl der metallisch glänze
den, mit Einschlufs der nicht metallisch glänzenden, d.
gewöhnlichen Farben, auf 300 000 gesetzt werden könn
welche Mannigfaltigkeit mithin der Intensität 0,67 entsprich
die Intensität der auffallenden oder prismatischen gleich de
Einheit gesetzt. Bezeichnet man nun durch N, N', N'' di

1) Nach Herschel's (*Phil. Trans. for* 1800) und Mr. Potter's (D
Brewster's *Edinb. Journ. of scienc.*, *Vol. III*, 1830) genauen Ve
suchen ist die Menge des von einem möglichst vollkommen polirten Spi
gel zurückgeworfenen Lichtes = 0,673 und 0,67, kann somit als d
äufserste Gränze für nicht spiegelnde, aber doch metallisch glänzende Ge
genstände gelten.

Digitized by Google

Anzahlen der gewöhnlichen, der metallisch glänzenden und der prismatischen Farben, immer mit Einschlufs der unmittelbar vorhergenannten Farbenklassen, so findet man wegen: $N : N' : N'' = \overline{0{,}42}^3 : \overline{0{,}67}^3 : 1$; und da $N' = 300\,000$ für $N = 72846$ und für $N'' = 970898$, und somit nahe eine Million. Hieraus ersieht man, dafs es nach dieser Voraussetzung nur 72846 gewöhnliche, dagegen 227154 blofs metallisch glänzende, und 670898 blofs prismatische Farbennüancen gebe, zusammen, wie gesagt, nahe eine Million. Bedenkt man nun aber, dafs nach einem photometrischen Lehrsatze die eigene Lichtintensität eines selbstleuchtenden Körpers von der Beleuchtungskraft seiner Strahlen wohl zu unterscheiden ist, so wird man sich wohl geneigt finden lassen, um auch noch die selbstleuchtenden Objecte der Farbenscala einreihen zu können, jene Zahl von nahe einer Million von Nüancen ziemlich weit darüber hinaus auszudehnen. Die geringe Zahl von 72846 gewöhnlicher Farben, während doch die römischen Mosaikarbeiter deren allein schon 30 000 registrirt haben und benutzen, scheint darauf hinzudeuten, dafs die Herschel'sche der obigen Berechnung zum Grunde liegende Annahme von 300 000 Farben der genannten Klasse eine zu niedrig gehaltene sey. — Wer wird nun, nach dieser umständlichen Auseinandersetzung, dem menschlichen Auge rücksichtlich der drei Grundfarben die Fähigkeit noch bestreiten wollen, zwischen ihrem an Schwarz gränzenden ersten Dunkelgrade und dem das Auge blendenden sonnenähnlichen Lichtglanze derselben noch hundert und auch noch mehr als hundert graduelle Abstufungen zu unterscheiden? Diefs führt aber wieder auf eine Million und auf mehr als eine Million von Farbennüancen! — Bei den Fixsternen treten überdiefs mehrere Umstände ein, die einer solchen Beobachtung und Unterscheidung geringer Farbenunterschiede überaus günstig sind. Denn erstlich ist das Licht derselben ein sehr intensives, und es ist genugsam bekannt, dafs nur bei hellem und starkem Lichte geringe Farbennüancirungen sich entdecken lassen. Sodann gestatten es die Umstände immer, das Licht eines gewissen

Digitized by Google

Sternes mit einem benachbarten anderen gleichzeitig oder doch unmittelbar darauf und mit beliebig oftmaliger Wiederholung zu vergleichen. Nun weiſs aber Jedermann, daſs wir z. B. ein höchst schwach tingirtes Licht, welches wir für sich allein betrachtet unbedenklich für weiſs halten, uns augenblicklich gefärbt erscheint, sobald wir es mit einem absolut weiſsen oder noch besser complementär gefärbten Lichte zusammenhalten.

Das Ergebniſs dieser gegenwärtigen Untersuchungen, weit entfernt, mich von der Unzulässigkeit meiner Annahme zu überzeugen, belehrt mich vielmehr, daſs ich bei jener dem menschlichen Auge zugemutheten Empfindlichkeit für Farbenunterschiede mich noch sehr innerhalb der Gränzen einer erlaubten Annahme befand, — und daſs, hätte ich damals diesen Gegenstand von dieser Seite betrachtet, ich mich wahrscheinlich veranlaſst gefunden haben würde, jene nothwendig erachtete Geschwindigkeit von 33 Meilen in der Secunde vielleicht selbst bis auf 25 Meilen und darunter herabzusetzen.

§. 5. Ein anderes Bedenken des Hrn. Dr. Ballot gründet sich auf die von ihm behauptete Analogie des weiſsen Lichtes mit dem, was man in der Akustik ein Geräusch nennt, so wie auf den weiteren Umstand, daſs nach Aussage der von ihm verwendeten Musiker bei dem durch die Locomotive veranlaſsten Geräusche weder eine Tonerhöhung, noch eine Erniedrigung beobachtet worden sey. — Vorerst muſs ich Hrn. Dr. Ballot auf das Bestimmteste die Zulässigkeit seiner Analogie abstreiten. Weiſses Licht nämlich hat keinerlei Färbung oder verhält sich absolut neutral gegen jede Farbe. Jedes gewöhnliche Geräusch hat dagegen seine bestimmte Tonhöhe, und es gehört nur einige Uebung dazu, um jenen Ton überall herauszufinden. Ein hiesiger sehr achtbarer Vorsteher einer Privat-Musiklehranstalt versicherte mich, daſs er noch vor Kurzem eine Schülerin von so geübtem und scharfem Gehör hatte, daſs sie mit groſser Fertigkeit und Sicherheit im Gebelle der Hunde, im Muhen der Kühe, im Geblöke der Schafe u. s. w. die

richtige darin liegende Tonhöhe zu entdecken und anzugeben vermochte. Auch kenne ich einen sehr geschätzten musikalisch gebildeten hiesigen Arzt, der durch ein bloſses Beklopfen der Thüren und anderer Meubelstücke, sogleich die Tonhöhe des so entstandenen Geräusches anzugeben vermag. Tritt die darin liegende Tonhöhe ganz entschieden und vollkommen deutlich hervor, so ist jenes dem Tone noch immer beigemischte Geräusch das, was man in der Akustik die Qualität desselben nennt. — Dieſs sind nun freilich bekannte Dinge, doch gehören sie ganz eigentlich hieher und beweisen, wie mich dünkt, sattsam, daſs das weiſse Licht durchaus zu dem Geräusche kein Analogon bildet. Das wahre Analogon zum Geräusche ist in der Optik das mit vielem Weiſs (Grau) vermischte farbige Licht. Das Analogon zu weiſsem Lichte wäre das neutrale von aller Tonfärbung absolut freie Geräusch. Dieſs dürfte aber als ein Extrem wenigstens eben so selten vorkommen, wie das absolut weiſse Licht.

Daſs jene Musiker keine Veränderung bei dem durch die Locomotive veranlaſsten Geräusche wahrnahmen, war vorauszusehen, und man braucht dieſsfalls nicht einmal anzunehmen, daſs sie in dieser Art von Schätzungen vielleicht minder geübt waren, da man bei so unregelmäſsigen Geräuschen sich wohl wird begnügen müssen, solche Wahrnehmungen erst bei Unterschieden von mehreren ganzen Tönen anzustellen. Hiezu könnten aber die aus Kanonen und Flinten abgeschossenen Kugeln, oder vielmehr das durch sie veranlaſste Geräusch, noch besser aber vielleicht jenes steigender Raketen ein treffliches Mittel darbieten, da sich wegen der groſsen Geschwindigkeit derselben Differenzen bis zu einer ganzen Octave selbst herausstellen müſsten? Wenn mich Reminiscenzen nicht trügen, so findet eine derlei Tonänderung wirklich dabei statt, nur weiſs ich nicht mehr, ob vom höheren Ton zum tieferen, oder umgekehrt? — Es scheint mir demnach, als ob auch dieses Bedenken des Hrn. Dr. Ballot der Anwendbarkeit meiner Theorie zur Erklärung des farbigen Lichtes der Doppelsterne etc. keinen Eintrag thun wird.

Digitized by Google

§. 6. Aber auch gegen die dritte jener Einwendungen lassen sich sehr starke Bedenken und Zweifel erheben. Vorerst gebe ich zu bedenken, dafs selbst die Zulässigkeit und Richtigkeit jenes Raisonnements völlig eingeräumt, daraus doch nur folgern würde, absolut weifses Licht sey einer solchen Veränderung durch die Bewegung nicht ausgesetzt, nicht aber dafs dieses auch bei wie immer gefärbten Lichte der Fall seyn müsse. Denn die Annahme des Gegentheils würde erheischen, dafs Wellen von den verschiedensten Längen (und somit auch von den verschiedensten Schwingungszeiten) gleichsam wie durch einen Zauberschlag plötzlich alle gleich würden, und alles diefs durch die Bewegung der Lichtquelle oder durch jene des Beobachters? — Absolut weifses Licht aber kommt wahrscheinlich ungemein selten vor, und was wir weifs nennen, hat fast immer schon eine äufserst schwache Färbung. Es mag dieser schwache Ueberschufs an Farbe auch noch so gering seyn, so unterliegt er gleichwohl der besagten Aenderung und steigt, während sich das weifse Licht nach Hrn. Ballot's selbsteigener Ansicht fortwährend durch die *en reserve* gehaltenen unsichtbaren Strahlen erhält, kraft der Bewegung im Farbenspectrum auf und nieder, — und diese Färbung mufs überdiefs um so mehr wahrgenommen werden, wenn sie in einer Beimischung von intensiv blendend weifsem Lichte besteht. Vorausgesetzt also selbst, alles von Hrn. Dr. Ballot an dieser Stelle Vorgebrachte sey vollkommen richtig, so würde hiedurch doch nur die Unanwendbarkeit meiner Theorie sich auf den einzigen Ausnahmsfall eines absolut weifsen Lichtes beziehen; für jeden anderen Fall aber bliebe sie unangefochten. — Es ist aber ferner auch nicht genug zu sagen, die austretenden Lichtstrahlen ersetzen sich der Ordnung nach durch die über und unter dem Farbenspectrum befindlichen unsichtbaren Strahlen u. s. w., sondern man ist diefsfalls gehalten nachzuweisen, dafs diese auch in zureichender Ausdehnung und Menge und in gehöriger Vertheilung vorhanden seyen, um bei ihrem Eintritte in's Spectrum den Farb- und Intensitätsverhältnissen

Digitized by Google

desselben allerwärts vollständig zu genügen. Die meisten Physiker sind aber, meines Wissens, noch dermalen gewöhnt, sich die unsichtbaren Strahlen als ziemlich dünn und von geringer Intensität zu denken. Woher soll ihnen nun plötzlich die hier erforderliche grofse Intensität und Dichte kommen? Hr. Dr. Ballot verweist uns auf Hrn. Melloni (s. Poggend. Ann. Bd. 56, S. 574), und wir wollen nun noch sehen, ob er damit ausreiche. — Nicht erst jetzt, sondern schon als ich Hrn. Melloni's Abhandlung zum ersten Mal las, fielen mir nachfolgende Bedenken gegen dessen Theorie ein, die ich hier blofs niederzuschreiben brauche. Hr. Melloni ist nämlich geneigt, die ungleiche Intensität der Farben im Farbenspectrum auf Rechnung der eigenthümlichen Beschaffenheit des menschlichen Auges oder vielmehr der Retina desselben zu setzen, die für gewisse Farben, z. B. für die gelben u. s. w., nun schon einmal eine gröfsere Empfindlichkeit besitzen soll, wie für andere, z. B. die violetten. Diefs heifst aber ganz eigentlich die Intensität eines Lichtstrahls von seiner Farbe abhängig machen, und da nach der neueren Undulationslehre jene von der Gröfse der Excursion der Schwingungen, diese dagegen von ihrer Schwingungszahl bedingt wird, und nach den gangbaren Lehren dieser Hypothese beide von einander durchaus nicht abhängen, so heifst, meines Erachtens, sich zur Ansicht Melloni's bekennen so viel, wie sich von der neueren Undulationstheorie lossagen.

Ueberdiefs kommt eine angestellte Vergleichung mit den übrigen, besonders den niedrigeren Sinnen dieser Ansicht Melloni's eben nicht sehr zu statten. Es mufs jedenfalls befremden, dafs sich diese rein subjective oder physiologische Ursache so ganz und gar allem Einflusse der Subjectivität zu entziehen vermögen soll. Was dem einen ein angenehmer Geruch oder Geschmack zu seyn dünkt, widert öfters einen zweiten an, ja dasselbe Individuum sogar findet bekanntlich ganz dasselbe das eine Mal angenehm, ein andermal zurückstofsend unangenehm, oder was ihn früher stark afficirte, geht ein zweites Mal fast spurlos vorüber, je

nachdem Gesundheit oder Krankheit, vorausgegangene Genüsse u. a. m. hierzu disponiren. In allen solchen Fällen ist der subjective Antheil an dem Erfolg ein ganz augenfälliger und nicht zu verkennender, — nicht aber so auch beim Gesichtssinn rücksichtlich der ungleichen Intensitätsvertheilung im Farbenspectrum, welche, so weit die bisherige Erfahrung reicht, für alle Menschen jung und alt und für einen und denselben unter den verschiedensten Umständen doch stets dieselbe bleibt.

§. 7. Man hat es ferner mehrfach bezweifelt, ob sich wohl auch so grofse Geschwindigkeiten, wie sie hier verlangt würden, bei den Doppelsternen und andern Gestirnen des Himmels vorfinden möchten, und sich wohl gar dabei noch auf den einzigen Fixstern berufen, dessen relative Geschwindigkeit uns mit einiger Verläfslichkeit bekannt ist, und die 10 Meilen in der Secunde nicht übersteigen soll. Diese Angabe scheint jedenfalls nur eine definitive Bestimmung in Minimo zu seyn, da man die Richtung jener Bewegung als auf der Gesichtslinie senkrecht stehend annahm. Um sie zu einem mittleren Wahrscheinlichkeitswerth für die Geschwindigkeit dieses Sterns (nicht aber der Sterne überhaupt) zu machen, mufs jene Zahl auf wenigstens 14 Meilen erhöht werden. — Hr. Dr. Mädler z. B. spricht auf das Bestimmteste die Meinung aus [1]), dafs wohl kein Fixstern eine 10 Meilen in der Secunde merklich übersteigende Geschwindigkeit, wohl aber die Mehrzahl derselben eine bedeutend geringere aufzuweisen haben werden, und dafs auch, was ihre Massen anbelangt, diese selbst im extremsten Falle jene unserer Sonne kaum merklich übertreffen mögen. Indem Hr. Dr. Mädler diefs thut, erklärt er die Geschwindigkeit von 10 Meilen, so wie unsere Sonnenmasse gleichsam für die oberen Gränzwerthe für alle nur immer möglichen Vorkommnisse, und mufs natürlich für diese seine so bestimmten Behauptungen, der Wissenschaft ge-

1) S. Mädler's populäre Astronomie; ferner „Ueber Fixstern-Systeme". Stuttgarter Morgenblatt, No. 51, Jahrg. 1844.

Digitized by Google

gegenüber, einstehen. Ich habe nie erfahren können, auf welchen Prämissen alle derartigen, wohl etwas zu kühnen und vorzeitigen Behauptungen beruhen, denn die mir bekannt gewordenen sind zu unphilosophisch und unmathematisch, als dafs ich sie irgend Jemanden zuschreiben möchte. An Orakelaussprüche zu glauben oder einem blinden Autoritätsglauben sich hinzugeben, darauf aber hat die Wissenschaft des neunzehnten Jahrhunderts ein Verbot gelegt.

Es ist gar nicht einmal nothwendig, hier auf eine ausführliche kritische Würdigung der Beobachtungsdaten und auf das, was nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung sich daraus folgern liefse, einzugehen, da diese unsere Behauptungen höchstens nur bestätigen, sie aber keinesfalls, wie dermalen die Sachen stehen, zu widerlegen vermögen. — Ich halte es daher auch für viel zweckdienlicher, die geehrten Leser auf die Folgerungen aufmerksam zu machen, die aus nachfolgenden, bisher nicht genugsam beachteten, oder wohl gar noch nie ausgesprochenen allgemeinen Wahrheiten sich mir zu ergeben scheinen.

Ich sage nichts Neues, wenn ich behaupte, es sey unendlich unwahrscheinlich, dafs es auch nur einen einzigen Himmelskörper gebe, der für immer aller Bewegung baar und ledig wäre. Diefs in Abrede stellen, hiefse ja voraussetzen, die Resultante sämmtlicher auf ihn einwirkenden cosmisch-thätigen Kräfte sey gleich Null, was eben unendlich unwahrscheinlich ist. Nun hängt aber die Gröfse und Beschaffenheit der möglichen Bewegungen und deren Geschwindigkeiten lediglich von der Summe der vorhandenen thätigen Kräfte, von der wechselseitigen Lage und Anzahl der Orte, von denen aus sie in einem gegebenen Augenblicke wirken, so wie endlich von der Vertheilung dieser cosmischen Kräfte oder vielmehr der sie repräsentirenden Massen an diesen Orten ab. — Man kann im Allgemeinen behaupten, dafs die als Resultanten auftretenden Geschwindigkeiten um so bedeutender seyn werden, je gröfser die Summe der vorhandenen thätigen Kräfte, je einander näher

liegender ihre Standorte im Allgemeinen sind, und je ungleicher diese, so wie jene vertheilt erscheinen.

Nun aber wird man wohl nicht läugnen wollen, daſs die Gesammtmasse aller Himmelskörper des Universums unermeſslich groſs, aber dennoch constant ist, und folglich gilt dieſs auch von der Summe der hier auftretenden thätigen Kräfte; — die Orte der Himmelskörper aber sind veränderlich, da ihnen nun einmal, wie oben gezeigt wurde, Bewegung nicht abgesprochen werden kann; — und wenn sich gleich viele zu jeder Zeit sehr langsam bewegen mögen, so wird man doch wohl auch zugeben müssen (insbesondere da sich wohl die wenigsten in geschlossenen Bahnen bewegen dürften), daſs keine geringe Zahl derselben im Verlaufe der Zeiten in solche Nähen anderer gerathe, daſs ihre Geschwindigkeiten nothwendig auf längere oder kürzere Zeit jede selbst noch so bedeutende Gröſse erreichen müssen. In der That brauchen wir nur unsere Augen nicht absichtlich zu verschlieſsen, um an den neu erschienenen oder den bereits wieder erloschenen Gestirnen und an den in Farbe und Lichtintensität veränderlichen Sternen solche Wahrzeichen zu erblicken! — Das Vorhandenseyn sehr bedeutender Geschwindigkeiten im Universum gewinnt noch durch die folgende Betrachtung gar sehr an innerer Wahrscheinlichkeit, weshalb ich auch nicht umhin kann, diese der reiflichsten Erwägung anzuempfehlen.

Wie die Massen ihrer Quantität nach im Weltraume vertheilt seyn mögen, wissen wir nicht. Doch spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, daſs diese Vertheilung eine im hohen Grade ungleichförmige sey. Die meisten Astronomen scheinen auch diese Ansicht in Schutz zu nehmen. Was aber den Einfluſs der Massenvertheilung auf ihre Dislocirung im Weltraume und auf die bei den Himmelskörpern vorauszusetzende Geschwindigkeit ihrer Bewegung anbelangt, so läſst sich im Allgemeinen Nachfolgendes mit sehr vieler Wahrscheinlichkeit behaupten. — Es scheint eine nothwendige Folge eines jeden Agglomerationsprocesses zu seyn, den wir doch fast unabweislich bei der Weltenbildung aus

chaotischen Stoffen voraussetzen müssen, daſs die Massenbildungen ungleichförmig, und nach den drei Dimensionen, d. i. nach allen Richtungen, vor sich gingen. Dieſs berechtigt aber anzunehmen, daſs im Allgemeinen, d. i. wo nicht Störungen eintraten, die Massen wie die dritten Potenzen der Entfernungen von ihrem nächsten Nachbar sich verhalten werden. Ist demnach von zwei Fixsternen der eine viermal so weit von dem nächsten Nachbar entfernt, wie beziehungsweise der andere von seinem, so berechtigt dieser Umstand zu der Annahme, daſs die Masse des ersteren 64mal so groſs ist, wie jene des letzteren. — Nun ist es aber bekannt, daſs die Anziehung im umgekehrten quadratischen Verhältnisse der Abstände abnimmt, und es würde somit, wenn man von der Gröſse der anziehenden Massen für einen Augenblick absieht, unstreitig der erstere jener Fixsterne eine 16mal geringere Anziehung auf seinen Nachbar ausüben, wie der letztere. Allein die 64mal gröſsere Masse des ersteren erhöht seine Anziehung um das eben so vielfache, und bewirkt, daſs ungeachtet einer viermal gröſseren Entfernung der erste jener Sterne seinen Nachbar gleichwohl noch viermal stärker anzieht, und ihn somit auch um eben so vielmal schneller um sich herumbewegt, wie dieses unter sonst gleichen Umständen bei letzterem der Fall ist. — Man ist zwar gewöhnt im Allgemeinen bei den Fixsternen eine um so gröſsere Geschwindigkeit ihrer Bewegung vorauszusetzen, je näher sie in der Wirklichkeit einander stehen, und wenn man von ihren ihnen als wahrscheinlich zukommenden Massen absieht, so thut man hierin auch ganz recht. Nimmt man aber, wie billig, auch auf diese gehörige Rücksicht, so gelangt man zu nachfolgendem, für die ganze Fixsternenkunde, wie mich dünkt, ungemein wichtigen und folgenreichen Schluſs: daſs man nämlich mit einer starken Ueberwucht von Wahrscheinlichkeit, den Fixsternen eine um so gröſsere eigene Geschwindigkeit zuzuschreiben berechtigt ist, je weiter sie von ihren respectiven nächsten Nachbarn abstehen, und dieſs zwar im directen

einfachen Verhältnisse dieser Abstände [1]). Nun aber hängt es bekanntlich weiter von dem Verhältnisse der sich bethätigenden Kräfte, nicht aber von ihren absoluten Abständen ab, ob zwei Himmelskörper sich in geschlossenen Bahnen umkreisen sollen, oder aber nicht. Es liegt demnach auch kein Grund vor, der uns nöthigte anzunehmen, die Einzelnsterne der 3300 bisher aufgefundenen und aufgezeichneten Doppelsterne ständen sich insgesammt näher, wie irgend ein anderer Fixstern von seinem nächsten Nachbar, — sondern man wird wohl auch hier annehmen müssen, bei verschiedenen Doppelsternen sey dieses auch höchst verschieden. Bei ihrer oft sehr bedeutenden jährlichen scheinbaren Bewegung und bei einer Entfernung von uns, die bei einzelnen derselben wahrscheinlich auf viele Hunderte von Sternweiten anzuschlagen seyn dürfte, ergiebt sich als eine strenge Forderung der Rechnung, bei ihnen in einzelnen Fällen sogar Geschwindigkeiten vorauszusetzen, die mehrere Hundert Meilen in der Secunde vielleicht selbst noch übersteigen [2]). — Unmittelbar durch die Erfahrung nachgewiesen wurde bisher freilich nur an einem Fixsternpaare eine derartige Geschwindigkeit von etwa 10 Meilen in der Secunde im Minimo. Allein eben diese schon so

1) Strenge genommen gilt dieser wichtige Schluſs freilich nur für alle jene Doppelsterne und andere in geschlossenen Bahnen sich bewegende Gestirne, deren Bahnelemente *ab origine* bis zu gegenwärtigem Augenblicke sich nicht sehr bedeutend geändert haben, — rücksichtlich der übrigen Himmelskörper gilt er als bloſser Wahrscheinlichkeitsschluſs.

2) Zu den Doppelsternen, deren Einzelnsterne bis auf eine Sternweite von einander abstehen, dürften wohl vorzüglich jene zu zählen seyn, bei welchen man seit den 50 Jahren, in denen derartige Beobachtungen gemacht werden, durchaus noch keine Veränderungen ihrer Position wahrgenommen hat. — Gesetzt ein solcher Doppelstern, dessen Einzelsterne eine Sternweite, d. i. 4 Billionen Meilen von einander abstehen, deren scheinbarer Abstand im Bogen aber nur etwa 5″ beträgt, zeige eine jährliche scheinbare Bewegung von $\frac{1}{100}$ Secunde oder von dem 500sten Theil seines Abstandes, so also, daſs die beiläufige Umlaufszeit derselben etwa 1000 Jahre währt, so ergiebt sich durch eine leichte Rechnung, daſs die mittlere absolute Geschwindigkeit dieses Sternes bei 254 geogr. Meilen in der Secunde betragen müsse.

Digitized by Google

bedeutende Geschwindigkeit in dem einzigen uns bekannt gewordenen Falle macht es unendlich unwahrscheinlich, dafs sie das Extrem oder auch nur eine dem Maximum nahekommende Geschwindigkeit rücksichtlich der wirklich vorhandenen Gestirne seyn sollte. — Und so scheint es mir denn schon aus rein mechanischen Gründen fast so gut wie erwiesen zu seyn, dafs die verschiedenen Himmelskörper mit den verschiedensten und somit auch mit noch so grofsen Geschwindigkeiten sich im Weltraume bewegen.

§. 8. Seit ich jene Abhandlung über die Doppelsterne schrieb, bin ich auf einen Umstand aufmerksam geworden, der mir einer nachträglichen Mittheilung um so würdiger erscheint, als sich hierdurch in gewissen Fällen der Einflufs einer Bewegung auf obige Erscheinungen noch viel sichtlicher herausstellt, er auch nothwendig dazu beitragen mufs, scheinbare Differenzen zwischen Theorie und Erfahrung zu heben. — Es betrifft diefs nämlich den Fall, wo Beobachter und Wellenquelle sich zugleich bewegen. Hier ist es keineswegs einerlei, ob man die relative Geschwindigkeit, mit der Beobachter und Quelle sich annähern, oder sich entfernen, successive in Rechnung bringt, oder auf den Beobachter oder die Quelle allein überträgt. Bezeichnet man mit a die Geschwindigkeit des Beobachters, mit b jene der Quelle, mit v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, mit n die absolute Schwingungsanzahl, während die subjective durch die Bewegung der Wellenquelle erzeugte mit n' bezeichnet werde, so ist die relative Schwingungsanzahl bei Bewegung der Quelle und des Beobachters zugleich, wenn sie mit N bezeichnet wird, wegen:

$$n' = \frac{n}{\left(1 \mp \frac{b}{v}\right)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

(d. i. für die kommende und gehende Quelle), und

$$N = n'\left(1 \pm \frac{a}{v}\right)\,^{1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

(d. i. für den kommenden und gehenden Beobachter) und somit durch Substitution:

1) In Hrn. Dr. Ballot's diefsfallsiger Formel steht statt ±, wie es hier

Digitized by Google

$$N=n\left(\frac{1\pm\frac{a}{v}}{1\mp\frac{b}{v}}\right)=n\left(\frac{v\pm a}{v\mp b}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

für alle vier möglichen Wechselfälle, die bei gleichzeitiger Bewegung des Beobachters und der Quelle sich ergeben können.

Man ersieht aus Formel (3), daſs der Einfluſs einer gleichzeitigen Bewegung von Quelle und Beobachter kein bloſs additiver, sondern ein sich wechselseitig steigernder oder multiplicativer ist, und daſs somit in vielen Fällen das Resultat ein merklich gröſseres, in anderen dagegen ein um eben so viel kleineres seyn wird, als wenn man die ganze relative Geschwindigkeit, d. i. $(a+b)$ bloſs auf den Beobachter oder bloſs auf die Quelle übertragen und nach den betreffenden Formeln (1) oder (2) die daraus resultirende Aenderung in Tonhöhe oder Farbe berechnet hätte. Nimmt man z. B. die Geschwindigkeit des Schalls für die Secunde zu 1027' an, und setzt man ferner voraus, daſs sich Tonquelle und Beobachter mit der gleichen Geschwindigkeit von 150' gegen einander bewegen, so findet man bei einem Tone von 10,000 Schwingungen in der Secunde, wenn man die ganze relative Geschwindigkeit von 300' auf den Beobachter überträgt, nach Formel (2), für $N=12930$, während diese Anzahl, nach Formel (3) bestimmt, $N=13420$, und somit schon nun 490 Schwingungen in der Secunde mehr giebt, als die erste fehlerhafte Berechnung nach Formel (2). Ganz Aehnliches findet statt in dem Falle, wenn sich Beobachter und Quelle von einander entfernen. — Dieser Umstand verdient um so mehr alle Beachtung, als wir ja alle Beobachtungen von unserer Erde aus machen, die sich nicht nur selber bewegt, sondern auch mit der Sonne zugleich im Weltraume fortrückt, und als ferner auch die Beobachtungsobjecte, wie z. B. die Doppelsterne, die veränderlichen und andern Himmelskörper meistentheils einer doppelten derartigen Bewegung unterliegen. Heiſst

heiſsen muſs, $\mp$, und die unmittelbar daraus gezogene Folgerung ist demnach falsch. S. Poggend. Ann. Bd. 66, S. 322.

Digitized by Google

man also die beziehungsweisen Geschwindigkeiten des Beobachters a, a', a'', a''' .... und jene des Beobachtungsobjects b, b', b'', b''' .... u. s. w., so ist die allgemeinste und zugleich vollständige Formel zur Bestimmung des Einflusses der Gesammtbewegung offenbar:

$$N = n\frac{(v\pm a)(v\pm a')(v\pm a'')(v\pm a''')\ldots}{(v\mp b)(v\mp b')(v\mp b'')(v\mp b''')\ldots} \quad\ldots\ldots (4)$$

wo sich das obere Zeichen, im Zähler wie im Nenner, auf das Annähern oder Kommen, — das untere dagegen auf das Entfernen oder Gehen bezieht.

Diese Formel bedingt demnach auch eine eben so vielfache Periodicität in der Erscheinung, als wie viele Factoren man in einzelnen Fällen beizubehalten nun veranlaſst wird. Es ist sehr wahrscheinlich, daſs viele der bei den veränderlichen Sternen wahrgenommenen Anomalien auf Rechnung der Bewegung unserer Erde oder der des Gesammtsystems des beobachteten Sternes zu setzen seyn dürften. Im Paragraphen 11 sollen einige dieser Fälle aufgezählt werden. — Und so glaube ich denn durch den Inhalt des gegenwärtigen und des vorherigen Paragraphs genügend nachgewiesen zu haben, daſs auch das vierte jener Bedenken der allgemeinen Anwendbarkeit meiner Theorie keinen weiteren Abbruch thun dürfte.

§. 9. Gesetzt aber auch, die von Hrn. Dr. Ballot und einigen Anderen rücksichtlich der Empfindlichkeit des Auges und der nothwendig erachteten Geschwindigkeiten vorgebrachten Bedenken und Zweifel seyen vollkommen gegründet, und es wäre demnach widerspruchslos ausgemacht, sowohl daſs ich im Betreff der Empfindlichkeit des Auges zu weit gehe, als auch, daſs sich Geschwindigkeiten in den Bewegungen der Himmelskörper von etwa 33 Meilen die Secunde ein- für allemal nicht vorfinden, sich auch gar nicht einmal vorfinden könnten (lauter Voraussetzungen, von denen ich weit entfernt bin, sie zuzugestehen), so würde hieraus doch nur folgen, daſs meine Theorie sich nicht anwenden lieſse auf die Erscheinungen des farbigen Lichtes der Doppelsterne, — nicht im allergeringsten aber würde man

hierdurch auch bewiesen haben, dafs dieselbe auch keine Anwendung finde auf die merkwürdigen Erscheinungen der veränderlichen oder der neu erschienenen, oder der bereits wieder erloschenen Sterne, und noch auf vieles Andere, was der Himmel Wunderbares für die Beobachtung bietet, und wovon einzelne Hindeutungen im §. 11 vorkommen sollen. — Die Sache verhält sich nämlich so: Jede Tonhöhe oder Farbänderung erheischt zu ihrem subjectiven Zustandekommen allerdings eine gewisse Geschwindigkeit der Bewegung, eine Geschwindigkeit, die von der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes abhängt, und immerhin ziemlich erheblich seyn mufs. Erreicht sie dieses Minimum nicht, so kann von einer subjectiven Farbänderung natürlich keine Rede seyn. — Anders verhält es sich bei den Intensitätserscheinungen. — Die Intensität eines Strahls wird nach der Undulationslehre bedingt durch die Gröfse der Exsursion, und hängt somit von der beziehungsweisen Geschwindigkeit ab, mit der das unser Ohr oder unsere Retina berührende Luft- oder Aethertheilchen schwingt. Diese Geschwindigkeit ist dagegen nach eben dieser Lehre von der Geschwindigkeit, womit der Strahl sich fortpflanzt, durchaus unabhängig, — dagegen direct abhängig von der Intensität des Strahls, und somit einer Verminderung fähig, die selbst bis zu Null herabsinken kann [1]). — Nun wird wohl Niemand läugnen wollen, er mag es mit der Emissionstheorie oder mit der Undulationslehre halten, dafs eine Bewegung sowohl des Beobachters als der Quelle auf die Intensität eines Strahls einen unmittelbaren Einflufs habe, und es ist klar, dafs ein leuchtender oder beleuchteter Körper, der in Folge anderer schwächender Ursachen etc. bereits schon auf der letzten Stufe gleichsam seiner Sichtbarkeit steht, bei einer hinzukommenden retrograden Bewegung des Beobachters oder seiner selbst von einer noch so geringen Geschwindigkeit

1) Eine ausführlichere Würdigung dieses Gegenstandes findet sich in meiner so eben der K. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften zur Drucklegung unterbreiteten Abhandlung: *„Methode, die Geschwindigkeit, mit der die Luftmolekel beim Schalle schwingen, zu bestimmen.“*

Digitized by Google

völlig unsichtbar werden mufs, so wie hinwieder ein solcher, der eben nicht mehr sichtbar ist, es sogleich werden mufs, sobald der Beobachter sich gegen ihn oder er sich gegen diesen zu bewegen beginnt. Diefs giebt aber eine sehr bestimmte Hinweisung darauf, dafs wir vorzüglich an den höchst schwach beleuchteten oder leuchtenden Himmelsobjecten derartige Erscheinungen erwarten können, wie diefs auch in der That vorzugsweise bei den veränderlichen Sternen der Fall ist. Selbst also auch in dem nicht anzunehmenden Falle, dafs nämlich meine Theorie keine weitere Aussicht darbieten würde, als auf die Erklärung der hier erwähnten wundervollen Erscheinungen, so will es mich doch bedünken, dafs sie schon deshalb verdiente einer noch ferneren Aufmerksamkeit von Seiten der Astronomen und Physiker gewürdigt zu werden!

§. 10. Wenn die Aussagen einer anerkannt richtigen Theorie mit den unzweifelhaften Ergebnissen der Erfahrung nicht stimmen wollen, so folgt hieraus noch keineswegs, weder dafs diese Theorie unrichtig ist, noch auch, dafs die wahre Erfahrung jemals trügt, sondern nur, — dafs wir jene Theorie zu der Zeit noch nicht gehörig auf die Erfahrung anzuwenden verstehen. — Hiezu einen kleinen Beitrag zu liefern, ist der Hauptzweck dieses Paragraphs. Es ist zugleich aber auch die Antwort auf das letzte jener fünf namhaft gemachten Bedenken. — Man hat bei dieser Gelegenheit mir und meiner Theorie unrecht gethan, — mir, durch eine Voraussetzung, die ich mir niemals einfallen liefs, — meiner Theorie, indem man Erfahrungen als mit ihr im Widerspruche stehend anführt, die man vielmehr als ein beredtes Zeugnifs für deren Richtigkeit hätte namhaft machen sollen.

α) In ersterer Beziehung mufs ich von Vornherein erklären, dafs ich meines Wissens nirgends auch nur mit einiger Bestimmtheit behauptet habe, dafs sämmtliche Sterne ohne Ausnahme an sich ein absolut weifses Licht hätten. Ich konnte diefs nicht, weil es sogar meiner innigen Ueberzeugung widerspricht. Im Gegentheile habe ich an vielen

Digitized by Google

Stellen meiner kleinen Schrift [1]) ausdrücklich das Gegentheil davon erklärt, und Hr. Dr. Ballot selber muthet mir diefs nicht zu. Nichtsdestoweniger hat man sich bei einer Vergleichung meiner Theorie mit der Erfahrung auf diesen falschen Standpunkt der Beurtheilung gestellt, und da die Erfahrung mit der Theorie nicht wohl stimmen konnte, gemeint, die Theorie finde in diesem Falle auf erstere keine Anwendung. Meine Meinung rücksichtlich der eigenthümlichen Farbe der Fixsterne ist folgende: Da sämmtliche Fixsterne ihr Entstehen und Bestehen höchst wahrscheinlich denselben Ursachen verdanken, und höchst wahrscheinlich der Hauptsache nach auch aus demselben materiellen Stoffe bestehen, so sehe ich keinen Grund, der mich hinderte es für wahrscheinlich zu halten, dafs diese Fixsterne auch ihrem Lichte nach mit einander übereinstimmen werden. Aber eine absolute Gleichheit ist in allen solchen Fällen unendlich unwahrscheinlich. Es ergiebt sich demnach hieraus die Folgerung, dafs man mit sehr vieler Wahrscheinlichkeit noch vor aller Erfahrung voraussetzen dürfe, sie hätten nur nahezu, d. i. mit geringen Abweichungen, alle sammt und sonders das gleiche Licht. Ob dieses der Hauptsache nach weifs, orange, grün oder violett u. s. w. sey, kann vor der Erfahrung natürlich nicht entschieden werden. — Der Anblick des gestirnten Himmels überzeugt aber Jeden, dafs das Licht der Sterne im Allgemeinen nahezu weifs sey. Da nun aber die Annahme eines absolut weifsen Lichtes unendlich unwahrscheinlich ist, so geht meine Ueberzeugung dahin: dafs die Sterne an sich ein intensives weifses Licht mit einer geringen Beimischung von farbigen Strahlen besitzen, und die Erfahrung spricht wieder dafür, dafs sich hierbei eine Hinneigung zu den gelben und rothen Strahlen kundgebe, immer aber in so geringer Menge, dafs sie an sich kaum oder nur eben noch sich der Wahrnehmung offenbaren. Dieser geringe Ueberschufs an farbigen Strahlen kann aber in Folge einer schnellen Bewegung und durch das Eintreten in andere Intensitätsphasen ein bedeutend intensiveres und

1) Unter A. §. 7, S. 11. — §. 6, S. 9 β.

Digitized by Google

andersfarbiges Licht eines Gestirnes zur Folge haben, wie bereits in meiner früheren Abhandlung auseinandergesetzt wurde. Indem ich aber eine schwache Färbung des weifsen Lichtes bei den Fixsternen als wahrscheinlich voraussetze, entfällt hierdurch, wie Hr. Ballot ganz irrigerweise annimmt, ganz und gar nicht das dringende Bedürfnifs einer Erklärung für die oft so intensiv gefärbten Doppelsterne etc. Wie weit ist noch von dem von mir angenommenen farbigen Tinten des Fixsternenlichts bis zu dem intensiv blut- oder auch orangerothen, dem purpurfarbigen, dem schön blauen, grünen oder violetten und grauen Lichte der Doppelsterne? — Und dann, was noch weit mehr Berücksichtigung und Beachtung verdient: woher kommt wohl die ungemein auffallende Thatsache, dafs wir gerade nur an jenen Himmelskörpern so bedeutende Veränderungen in Farbe und Intensität des Lichtes wahrnehmen, bei denen wir entweder zufolge unmittelbarer Beobachtung eine ganz aufserordentlich grofse Geschwindigkeit ihrer Bewegung vorauszusetzen berechtigt sind, oder aber bei welchen wir diese vermöge aller Analogie voraussetzen können, während bei allen übrigen Gestirnen des Himmels, die wir für minder schnellbewegte anzunehmen berechtigt sind, solche Farben und Farbänderungen durchaus nicht vorkommen? Man genügt demnach gewifs nur einer einfachen Vernunftforderung, wenn man sich der Ansicht hingiebt, dafs diese auffallenden Erscheinungen mit der grofsen Geschwindigkeit ihrer Bewegung in einem nicht blofs zufälligen, sondern in einem nothwendigen Zusammenhange stehen!

Aus dem bisher Gesagten folgt demnach ganz unbestreitbar, dafs strenge genommen die Erfahrung mit meiner Theorie so lange nicht in einen Widerstreit gerathen kann, bis uns die Eigenfarben der Fixsterne mit zureichender Sicherheit werden bekannt seyn. Letzteres wird uns jedoch höchst wahrscheinlich nur bei jenen Sternen gelingen, deren Farbänderungen periodisch wiederkehren, wie sich diefs bei vielen Doppelsternen vermuthen läfst. Aber hiezu gehört Zeit und vor Allem viele und genaue Beobachtungen, und jedes

Urtheil, welches man schon jetzt über die Unanwendbarkeit meiner Theorie auf diese Klasse von Erscheinungen fällen möchte, mufs jedenfalls als ein vorzeitiges erscheinen.

β) Wenn ich nun aber gleich gern einräumen will, dafs viele der Beobachtungsdaten, wenn man auf den eben besprochenen Umstand keine gehörige Rücksicht nimmt, von den Aussprüchen meiner Theorie mehrfach abweichen mögen, so däucht mir doch, dafs man es nicht minder oft vielleicht auch in der richtigen Handhabung derselben versehen habe. Ich bin für den Augenblick nicht in der Lage, die von Hrn. Dr. Ballot aufgezählten Differenzen nach meiner Weise prüfend durchzugehen, sondern nehme sie gern als richtig hin. Um so lieber wird man es mir aber gestatten aus seinen eigenen Angaben den augenscheinlichsten Beweis zu führen, dafs meine oben ausgesprochene Vermuthung keine ungegründete zu nennen sey.

Hr. Dr. Ballot sagt nämlich (S. 341), dafs von 476 gleichgefärbten Paaren von Doppelsternen 118 gelblich oder röthlich, und nur 63 bläulich seyen, und fügt hinzu: »Auch wäre es nicht leicht einzusehen, aus welchem Grunde sich denn fast doppelt so viele Sterne von uns entfernen, als sich uns nähern sollten.« In der That wäre diefs Letztere schwer einzusehen, aber es ist nicht schwer einzusehen, dafs uns selbst bei vorausgesetzter gleicher mittlerer Geschwindigkeit und bei einer gleichen Anzahl sich uns nähernder wie von uns sich entfernender Sterne *weit mehr gelblich oder röthlich* als *bläulich oder grün* erscheinen müssen. Es hängt diefs ganz einfach mit dem im §. 2 erwiesenen Umstande zusammen, dafs man selbst bei gleicher Geschwindigkeit den gehenden Ton und die gehende Farbe mehr erniedrigt, als den kommenden Ton und die kommende Farbe erhöht wahrnimmt. — Hätte Hr. Ballot seine sehr schätzbaren und dankenswerthen Versuche auf der Eisenbahn zu Utrecht in noch gröfserer Anzahl und zugleich bei einer geringeren Geschwindigkeit der Locomotive angestellt, so würde man in sehr vielen Fällen wohl zwar noch eine Erniedrigung, keineswegs aber eine Erhöhung des Tones wahrgenommen

Digitized by Google

haben, — wie man sich ja jederzeit wird durch weitere Versuche überzeugen können. — Und so wird denn eine Erfahrung, die man als eine Instanz gegen meine Theorie geltend machen zu müssen glaubte, zu einem schönen Beweise mehr für die Richtigkeit sowohl, wie für die Anwendbarkeit derselben auf das farbige Licht der Gestirne!

§. 11. Ich kann mir nicht versagen, am Schlusse der gegenwärtigen Abhandlung noch auf einige bemerkenswerthe Beobachtungsdaten hinzuweisen, an denen sich vielleicht die Richtigkeit meiner Theorie noch in der kürzesten Zeit und auf die leichteste Art erproben liefse, und die es mir jedenfalls zu verdienen scheinen, dafs sie insbesondere von den beobachtenden Astronomen einer eben so unpartheiischen und sorgfältigen Prüfung unterzogen werden, wie diefs rücksichtlich der erwähnten akustischen Thatsachen durch Hrn. Ballot bereits geschehen ist. Was zwar die Farbänderung der Sterne anbelangt, so dürfte es bei der geringen Zahl bisher hierüber gemachter Beobachtungen und bei der Unbekanntschaft mit den eigenthümlichen Farben der Sterne eben so schwer halten, die Anwendbarkeit meiner Theorie durch sie zu bestätigen, wie sie zu widerlegen, und wir müssen diefsfalls wahrscheinlich die Zeit abwarten, wo uns in grofser Zahl ganze Umlaufscyklen mit den wahrgenommenen Farbänderungen vorliegen werden. Allein der Himmel bietet ja noch mehrere andere Erscheinungen dar, die mir schon dermalen für den erwähnten Zweck zureichend erforscht zu sein scheinen.

Bevor ich jedoch auf diese selber übergehe, mufs ich noch auf einen zwar schon im §. 9 besprochenen Umstand nochmals aufmerksam machen, der mich von der allergröfsten Wichtigkeit zu seyn dünkt. Wenn weifses oder ein farbiges Licht für uns unsichtbar wird, so ist die Ursache hievon meistentheils nicht die, dafs die Schwingungszahl desselben zu hoch oder zu gering ist, sondern hauptsächlich und fast immer wird der Grund hievon in der zu geringen Intensität desselben, d. i. in der Schwäche der Aetherschwingungen, zu suchen seyn. — Gesteht man daher irgend einen

Digitized by Google

Einfluſs der Bewegung auf die Intensität zu, so ist
daſs man zum völligen Unsichtbarwerden eines bereits
schwach leuchtenden oder beleuchteten Objects nicht
Geschwindigkeit von 33 Meilen in der Secunde vora
setzen braucht, sondern daſs öfters schon eine solche
einer oder einigen wenigen Meilen vollkommen hiezu
reiche, da ja dieſsfalls die Gröſse der nöthigen Bewegu
geschwindigkeit von dem Grade der bereits schon vorha
nen Lichtschwäche des Objects unmittelbar abhängt. D
wie mich dünkt, schon fast an sich evidente Wahrheit li
sich nöthigenfalls auch noch mittelst einer Locomotive
einer Eisenbahn constatiren. — Und so wird es denn E
schuldigung finden, wenn ich im Folgenden auch solche
scheinungen anführe, bei denen so ungemein groſse G
schwindigkeiten gar nicht einmal zur Sprache zu komm
brauchen.

1) Bekanntlich zeigen die vier Trabanten Jupiters ei
sehr groſse Verschiedenheit ihres Lichtglanzes, in Fol
welcher bald der eine, bald der andere abwechselswei
als der bedeutendste für die Beobachtung erscheint. In e
nem Phasenwechsel kann diese Erscheinung ihren Grun
nicht haben, denn dieser fehlt ihnen. Man schreibt dies
vielmehr einem ungleichen Reflexionsvermögen der verschie
denen Seiten dieser Monde für das Licht zu. Ich habe nir
gends erwähnt gefunden, ob eine feststehende Periode für
diese Erscheinung bemerkt worden sey, und ob diese Voraussetzung ohne Zuhülfenahme einer neuen Hypothese zur Erklärung derselben ausreiche? Es wäre gewiſs interessant zu versuchen, ob sich dieses Phänomen nicht vielleicht aus der jedesmaligen relativen Bewegung der Jupiterstrabanten, unserer Erde und des Jupiters selbst, da die Gesammtdifferenz ihrer Geschwindigkeiten zu verschiedenen Zeiten wohl auf 13 — 14 Meilen in der Secunde steigen mag, nach der von mir oben aufgestellten Theorie vollständig erklären lieſse?

2) Eben so dürfte der auffallende Farbenwechsel und die sonstigen Intensitätsveränderungen bei den sogenannten

Digitized by Google

vier neuen Planeten einen Gegenstand für eine derartige Erwägung darbieten? Insbesondere ist es an Ceres höchst merkwürdig, dafs ihr sonst weifses Licht bald eine unverkennbar *röthliche*, bald dagegen eine eben so deutlich ausgesprochene *bläuliche* Färbung annimmt [1]). Auch erblickt man diese Planetoiden bald mit, bald ohne schwachbeleuchteten Nebelhüllen oder Atmosphären. Nach unserer Theorie würden sich alle diese Erscheinungen mit einer bewunderungswürdigen Einfachheit erklären, falls die Bewegungsrichtungen dieser Himmelskörper und jene unserer Erde mit unserer Theorie in gleichgutem Einklang stehen. Dieses und Aehnliches ist es aber eben, was ich so gern ermittelt zu sehen wünschte von Solchen, die sich des grofsen Glückes einer freien wissenschaftlichen Mufse zu erfreuen haben!

3) Ferner hat man bei dem siebenten Monde Saturns bemerkt, dafs er auf der Ostseite, d. i. auf der Seite, wo er uns entgegenkommt, immer heller erscheint, als in der Nähe seiner westlichen Digression, wo er sich von uns entfernt; — ein Lichtwechsel, der auch bei mehreren andern stattfinden soll. Die Geschwindigkeit dieses Mondes ist zwar an sich nicht sehr bedeutend. Doch darf man nicht vergessen, dafs die Bewegung unserer Erde und jene des Saturns mit in Anschlag gebracht werden mufs, und dafs es sich hier um so schwach beleuchtete Himmelskörper handelt, die eine noch so geringe Schwächung der Intensität ihrer Lichtwellen schon gänzlich unsichtbar machen mufs?

4) Es ist im höchsten Grade merkwürdig, dafs bei allen bisher genau beobachteten veränderlichen Sternen ohne eine einzige Ausnahme die Lichtzunahme schneller als die Abnahme erfolgt. Die Wahrscheinlichkeit, dafs hierfür ein gemeinschaftlicher Erklärungsgrund bestehe zu ihrem Gegentheile, verhält sich wie 16384 zu 1. — Wie steht es da um die beliebten Aushülfshypothesen, von sie umrollenden dunklen Fixstern-Planeten, oder aber um die nicht minder unwahrscheinliche, einer den verschiedenen Fixsternen bei

1) S. Littrow's Vorlesungen über Astronomie. Wien, 1830. Bd. 2, S. 19.

Digitized by Google

ungleicher Lichtemission ihrer Oberfläche zukommenden Rotation? — Ich glaube diese und die folgende Eigenthümlichkeit in meiner früheren Abhandlung genügend aus meiner Theorie erklärt zu haben.

5) Fast eben so auffallend ist die weitere Erscheinung, dafs, mit alleiniger Ausnahme des Sternes Algol im Medusenhaupte, alle veränderlichen Sterne in ihrem Minimo längere Zeit verweilen, wie in ihrem Maximo. Auch für diesen Ausnahmsfall giebt meine Theorie die befriedigendste Erklärung, indem sie zugleich darthut, dafs er nothwendig unter die seltensten Fälle gezählt werden mufs.

6) Ferner ist es sehr merkwürdig, dafs man an mehreren veränderlichen Sternen Anomalien ihres Lichtwechsels wahrgenommen, die es wahrscheinlich machen, dafs hiefür sogar Perioden bestehen. — Unter diesen zeichnet sich vor allen Mira Ceti aus. Er hat bald eine Periode des Lichtwechsels von $328\frac{1}{2}$ Tagen, bald wieder eine von $335\frac{1}{4}$ Tagen, also eine Differenz derselben von 7 Tagen. Ebenso hat er in seinem Maximo nicht jedesmal gleiche Helligkeit, gewöhnlich erreicht er die zweite oder dritte, einige Mal nur die vierte Gröfse; auch selbst von der ersten Gröfse wollen ihn schon Einige gesehen haben (bei welcher Bewegungsrichtung unserer Erde?). — Da nun die Umlaufszeit unserer Erde $365\frac{1}{4}$ Tage währt, und mithin die mittlere des Sternes Mira Ceti um beiläufig 34 Tage oder einen Monat übertrifft, so befindet sich die Erde zur Zeit, wo jener Stern zu seinem gröfsten Glanze gelangt, in jedem Jahre in einem andern Zeichen und die Richtung ihrer Bewegung gegen oder von jenem Sterne weg ist somit in verschiedenen Jahren eine verschiedene. Aber da die Bewegung unserer Erde auf das Eintreten in die Phase des gröfsten Glanzes bei einer Geschwindigkeitsdifferenz von fast 9,2 Meilen in der Secunde ganz unzweifelhaft einen Einflufs ausüben mufs, so wird dieselbe das eine Mal um etwas früher, das andere Mal um eben so viel später erfolgen. Ist diefs richtig, so müfste sich beim Sterne Mira eine Periodicität von ungefähr 12 Jahren nachweisen lassen, und

fän-

fände sich eine solche wirklich, so wäre sie eine überraschende Bestätigung der vorliegenden Theorie. In den mir zu Gebote stehenden Werken habe ich hierüber, und ob diese Anomalie in eine Periode eingeschlossen sey, nichts erwähnt gefunden. Es wäre gewifs ein eben so verdienstliches, wie vielleicht lohnendes Unternehmen, diesen wichtigen und sehr leicht nachweisbaren Punkt wissenschaftlich zu erledigen! — Ich kann nicht unterdrücken hier die Frage aufzuwerfen, wie sich denn wohl diese Anomalien des Lichtwechsels aus der Annahme sollten erklären lassen, dafs der wahre Grund dieser Erscheinung in einer Achsendrehung jener Fixsterne zu suchen sey?

7) Von ungemeiner Wichtigkeit für meine Theorie ist die von Struve an dem Doppelsterne γ virginis gemachte Wahrnehmung eines Lichtwechsels der beiden Einzelnsterne desselben. Bis 1831 war der damals vorangehende Stern der schwächere. 1832 und 1833 konnte kein Unterschied wahrgenommen werden, 1834 aber war der vorangehende entschieden heller, als der nachfolgende. — Ueber die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung, sagt Dr. Mädler (s. popul. Astronomie, S. 488), läfst sich noch gar kein Urtheil fällen. — Nach meiner Theorie aber liefse sich wohl eine höchst einfache Erklärung hiefür geben. Man braucht nämlich nur anzunehmen, dafs der eine von ihnen der Centralstern, der andere sein Begleiter ist, und dafs letzterer um diese Zeit durch sein Perihelium ging, und somit kurz nacheinander bei sehr grofser Geschwindigkeit die Richtung seiner Bewegung in die entgegengesetzte umsetzte. In der That ist es höchst merkwürdig, dafs gerade um diese Zeit ein Durchgang beider Sterne stattfand, ganz so wie es bei der nothwendig anzunehmenden nahezu gegen uns gerichteten grofsen Achse der Revolutionsellipse seyn mufste. Auch ersieht man aus den bereits berechneten Elementen seiner Bahn, dafs diese noch eine gröfsere Excentricität hat, wie selbst der Encke'sche Komet.

8) Unser Sonnensystem bewegt sich bekanntlich nach Herschel's und Argelander's sorgfältigen Untersuchun-

gen gegen einen Punkt im Sternbilde des Herkules hin, und somit aus der südlichen in die nördliche Hemisphäre. Mag die Geschwindigkeit dieser Bewegung immerhin nur eine mäſsig groſse seyn, so muſs sie doch zur Folge haben, daſs Sterne geringerer Gröſse (und diese sind der Anzahl nach die bei weitem meisten), die bei ruhendem Sonnensysteme noch recht gut sichtbar gewesen wären, bei einer von ihnen ab gerichteten Bewegung gar nicht mehr wahrgenommen werden, während dagegen andere in den gerade entgegengesetzten Gegenden zur Sichtbarkeit gelangen, die ihrer groſsen Lichtschwäche wegen für sich keinen Anspruch darauf mehr machen konnten. Zwar treten im ersteren Falle an die Stelle der unsichtbar gewordenen geringeren Intensitätsklassen (z. B. *an jene der zwölften*) die nächst höheren (z. B. *jene der elften* u. s. w.), und im zweiten Falle verhält es sich gerade umgekehrt, — aber eben, weil die verschiedenen Klassen nicht gleichviele Sterne in sich begreifen, sondern die niedrigeren unverhältniſsmäſsig mehr, als die höheren Klassen, so muſs die erwähnte Wirkung gleichwohl in besagter Weise zu Stande kommen. Die südliche Himmelshälfte müſste also dieser Betrachtungsweise zufolge eine ungleich geringere Zahl von Sternen schwacher Intensitätsgrade aufzuweisen haben, als die nördliche. — In der That soll der südliche Himmel ungemein arm an Sternen minderer Gröſsen seyn, was ihm auch ein ganz eigenthümliches Aussehen verleihen soll. Insbesondere scheint die Gegend um den Fluſs Eridanus auffallend arm an Sternen von genannter Intensität zu seyn. Es wäre gewiſs interessant eine beiläufige Abschätzung (Aichung) nach Zonen (wobei der Punkt 0 im Herkules und der gerade gegenüberstehende im Flusse Eridanus als Pole betrachtet würden) rücksichtlich der verschiedenen niederen Klassen (denn die der ersten, zweiten und dritten Gröſse entscheiden hier wenig) vorzunehmen!

9) Endlich ist es höchst merkwürdig, daſs alle veränderlichen Sterne und andere Himmelskörper, ohne Ausnahme, vor ihrem Verschwinden eine rothe Farbe schon haben oder

Digitized by Google

unmittelbar vor demselben annehmen. Selbst bei dem grofsen Kometen von 1843 wurde von Mehreren eine derartig röthliche Färbung um die Zeit seines Periheliums ganz unzweifelhaft beobachtet.

§. 12. Ueberblicke ich nun die in diesem Aufsatze niedergelegten Gegenbemerkungen und aufrichtigen Bedenken, die ich den gewifs in gleicher Gesinnung erhobenen Bedenken anderer im Interesse der Wissenschaft selber entgegensetzen zu müssen glaubte, so däucht mir, dafs die Anwendbarkeit meiner Theorie auch auf die Erscheinungen des Lichtes so wenig widerlegt worden sey, dafs ich vielmehr so glücklich war, neue entscheidende Beweise für sie anführen zu können. Auch hege ich noch immer, und zwar stärker als jemals, die Zuversicht, dafs sich im Verlaufe der Zeit die Astronomen dieser Theorie als eines willkommenen Mittels bedienen werden, um Vorgänge im Universum zu ergründen, bei welchen sie sich von jeder anderen Hülfe verlassen sehen. — Die nicht geringe Theilnahme aber, die man dieser Theorie bisher geschenkt, erfüllt mich sofort mit der erfreulichen Zuversicht, dafs für dieselbe die Gefahr vorüber sey, ungeprüft und unbeachtet zur Seite gelegt und einer vielleicht unverdienten Vergessenheit überantwortet zu werden.

II. *Ueber den weifsen Regenbogen; von Hrn. A. Bravais.*

(*Compt. rend. T. XXI, p.* 756.)

Der weifse Regenbogen läfst sich durch die Annahme erklären, dafs die Tröpfchen der Wolke, auf welchen er sich bildet, Hohlkugeln sind, und dafs zwischen den äufseren und inneren Durchmessern der Bläschen ein bestimmtes Verhältnifs vorhanden sey.

Wenn diefs Verhältnifs, welches bei Vergröfserung der

Bläschen fortwährend wächst, den Brechungs-Index des Wassers 1,336 überschreitet, kann der weiſse Regenbogen zu erscheinen beginnen. Sein Schimmer ist anfangs zu schwach und zu verwaschen, als daſs er wahrgenommen werden könnte: wenn aber das Verhältniſs der beiden Durchmesser 1,38 oder 1,40 wird, kann dieser Bogen in Gestalt eines weiſslichen kreisrunden Scheins von 33 bis 35 Graden Radius, welcher den der Sonne gerade gegenüberstehenden Punkt der Himmelskugel zum Mittelpunkt hat, sichtbar werden.

Fährt das Verhältniſs zwischen äuſserem und innerem Durchmesser der Bläschen mit der Zunahme fort, so vergröſsert sich auch der Radius des weiſsen Bogens, und das auf die Bläschen einfallende Licht durchdringt sie in gröſserer Menge. Nähert sich das Verhältniſs immer mehr der Gleichheit mit 1,555, so convergirt der weiſse Regenbogen gegen eine feste Gränze von 41° 38′, dem Werthe des mittleren Durchmessers des gewöhnlichen Regenbogens; zu gleicher Zeit beginnt der weiſse Regenbogen die irisirenden Farben des letzteren anzunehmen. Jenseits 1,555 hört das Erscheinen des weiſsen Regenbogens auf, und er wird nun durch den gewöhnlichen ersetzt.

Damit der weiſse Bogen sich zeigen könne, ist es nicht nöthig, daſs das Verhältniſs zwischen dem äuſseren und inneren Durchmesser genau gleich sey bei allen Bläschen der Wolke; es reicht hin, daſs bei der groſsen Mehrheit dieser Bläschen dieſs Verhältniſs zwischen die beiden Gränzen 1,336 und 1,555 eingeschlossen bleibe.

Im Allgemeinen hat der scheinbare Durchmesser des weiſsen Regenbogens einen desto gröſseren Winkelwerth als der Mittelwerth des linearen Verhältnisses beider Kugeln, genommen in der Gesammtheit der Wolke, mehr der oberen Gränze 1,555 nahe kommt.

Digitized by Google

III. *Ueber den Einfluſs der Elektricität des Platins und des Silbers auf das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft;*
von C. F. Schoenbein.

Zu wiederholten Malen habe ich darzuthun gesucht, daſs das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft in engem Zusammenhange stehe mit der Bildung der so äuſserst kräftig oxydirenden Materie, welche ich Ozon genannt. Die Richtigkeit dieser Annahme erhellt einfach aus der Thatsache, daſs der Phosphor niemals leuchtet, falls man ihn in Umstände versetzt, unter welchen das Ozon entweder sich nicht erzeugen kann, oder, wenn schon gebildet, wieder zerstört oder gebunden wird. Bekannt ist, daſs der Phosphor bei einer niedrigen Temperatur in atmosphärischer Luft nicht mehr leuchtet, und meine Untersuchungen haben gezeigt, daſs unter diesen Umständen auch kein Ozon entsteht. Ich habe ferner beobachtet, daſs Phosphor in ozonhaltiger Luft noch leuchtet bei einer Temperatur, bei welcher derselbe in gewöhnlicher Luft dunkel bleibt. Daſs bei elektrischen Entladungen, welche in atmosphärischer Luft stattfinden, die gleiche oxydirende Materie gebildet wird, welche unter gegebenen Umständen bei der Elektrolyse des Wassers neben dem Sauerstoff am positiven Pole, wie auch bei der Einwirkung des Phosphors auf feuchte Luft zum Vorschein kommt, darf jetzt als eine sicher ermittelte Thatsache angesehen werden. Diese Umstände zusammengenommen muſsten zu der Vermuthung führen, daſs Phosphor in atmosphärischer Luft, in welcher elektrische Entladungen verursacht werden, auch in der Kälte zum Leuchten komme. In wie weit diese Vermuthung gegründet war, wird aus nachstehenden Angaben erhellen.

1) Es wurde ein zolllanges Stück Phosphor von reiner Oberfläche auf ein mit der Erde in leitender Verbindung stehendes Brettchen gelegt, und das freie Ende eines mit

dem ersten Conductor einer Elektrisirmaschine verbundenen Drahtes bis auf einige Linien dem Phosphor genähert in der Weise, dafs der besagte Draht in die Verlängerung der Längenachse der Phosphorstange zu liegen kam. Da die Temperatur, bei welcher dieser Versuch angestellt wurde, zwei Grade unter dem Eispunkte war, so leuchtete der Phosphor im Dunkeln unter diesen Umständen nicht. Setzte man aber die Elektrisirmaschine in Bewegung, so dafs an dem freien Ende des vorerwähnten Drahtes ein ziemlich lebhafter Lichtbüschel erschien, so leckte in dem Augenblicke, wo dieses geschah, eine leichte Flamme über die ganze Länge des Phosphors hinweg, welche Flamme in der Regel, gleich einem Kometenschweif, noch weit über die Phosphorstange hinausreichte. Sobald der Büschel zu spielen aufhörte, verschwand auch dieser Schweif, aber das Leuchten der Phosphorstange dauerte noch einige Secunden lang fort. Unterbrach man den Versuch so lange, bis der Phosphor wieder ganz dunkel geworden war, so wurde derselbe immer wieder leuchtend in dem Augenblicke, wo der elektrische Büschel an der Drahtspitze erschien.

2) Führte man das eine Ende eines etwa zwei Fufs langen Kupferdrahtes spiralförmig um ein zolllanges Stück reinen Phosphors herum in der Weise, dafs dieses Ende etwa noch um eine Linie als Spitze über den Phosphor hinausreichte, und verband man das andere Ende des fraglichen Drahtes mit dem Conductor der Elektrisirmaschine, so trat unter folgenden Umständen eine Lichterscheinung auf, die zu den artigsten gehört, welche ich kenne, und welche mit nichts besser verglichen werden kann, als mit einem Kometenschweif. Die Temperatur, bei welcher der Versuch angestellt wurde, war ebenfalls einige Grade unter dem Eispunkte, und es leuchtete somit der am Kupferdraht befestigte Phosphor selbst in der gröfsten Dunkelheit nicht im Mindesten. Drehte man aber die Elektrisirmaschine so, dafs ein lebhafter Büschel an demjenigen Ende des Drahtes erschien, an welchem sich der Phosphor befand, so sah man aus der Mitte des besagten Büschels einen leuchten-

Digitized by Google

den Kegel hervorgehen, der mit seiner Spitze gegen den Lichtbüschel gerichtet war, und je nach Umständen eine Länge von einigen Zollen bis zu eben so vielen Fufsen erreichte. Der gröfste Kegel, den ich erhielt, hatte eine Länge von zwei und einem halben Fufs, und ich habe gefunden, dafs diese Länge um so bedeutender ausfällt, je stärker der elektrische Büschel ist. Ich zweifle kaum daran, dafs mit einer sehr kräftigen Elektrisirmaschine Lichtschweife von manchen Ellen Länge erhalten werden können. Nach der Basis des Lichtkegels zu nimmt die Lichtstärke etwas ab, so dafs die Spitze desselben am hellsten erscheint, das Phänomen ist aber im Ganzen genommen so schwach, dafs es nur in vollkommener Dunkelheit wahrgenommen werden kann. Nähert man den Finger oder sonst einen mit der Erde in leitender Verbindung stehenden Körper dem elektrischen Büschel, so kann man, wie wohl bekannt, die Stellung des letzteren beliebig verändern, und setzte ich in der angegebenen Weise den Büschel in Bewegung, so wurde immer auch in diese der fragliche Lichtkegel seiner ganzen Länge nach hineingezogen. Mit negativer Elektricität erhält man ebenfalls einen Schweif, derselbe aber ist schwächer und dünner. Dafs der in Rede stehende Lichtkegel, wie auch der unter §. 1 erwähnte Schweif nichts Anderes ist, als in langsamer Verbrennung begriffener Phosphordampf, darf wohl ohne Bedenken angenommen werden, um so eher, als auch kalte, mit Phosphordampf beladene atmosphärische Luft leuchtend wird, wenn man in derselben einen elektrischen Büschel spielen läfst. Dafs die erwähnten leuchtenden Schweife verschwinden, sobald der elektrische Büschel aufhört sichtbar zu seyn, wird kaum der ausdrücklichen Erwähnung bedürfen.

Es ist meine Absicht nicht, hier in eine physikalische Erörterung der beschriebenen Erscheinung einzugehen: so viel will ich indessen doch bemerken, dafs unser leuchtender Phosphordampfkegel die kräftigsten Wirkungslinien der von der Ausströmungsspitze aus nach der umgebenden Luft hin thätigen elektrischen Induction bezeichnet, und daher

Digitized by Google

der Phosphordampf ein bequemes Mittel ist, die Wirkungssphäre einer elektrischen Ausströmungsspitze auf verhältnifsmäfsig beträchtliche Entfernungen sichtbar zu machen. Vielleicht steht die Erscheinung der erwähnten Schweife auch im Zusammenhang mit demjenigen Phänomen, welches man bisweilen den Volta'schen Bogen (*voltaic arc*) nennt.

3) Ein Stück Phosphor von reiner Oberfläche wurde bei -2^{0} in eine lufthaltige Glasflasche eingeführt, die etwa ein halbes Liter fafste und so eingerichtet war, dafs man innerhalb derselben einen elektrischen Büschel nach Belieben hervorrufen konnte. So lange letzteres nicht stattfand, blieb auch der Phosphor in der Flasche vollkommen dunkel, kaum war aber in dieser der elektrische Büschel aufgetreten, so fing auch der Phosphor zu leuchten an, und that diefs um so lebhafter, je länger das Spiel des Büschels gedauert hatte. Wartete man ab, bis der Phosphor erloschen war, so fing dessen Leuchten immer wieder von vorne an, sobald man den Büschel innerhalb der Flasche hervorrief.

4) Nach meinen Versuchen wird das chemische und volta'sche Ozon durch eine Reihe gas- oder dampfförmiger Körper augenblicklich zerstört, z. B. durch ölbildendes Gas, Schwefelwasserstoff, schweflichte Säure, Untersalpetersäure und Aetherdampf. Es entsteht daher auch bei der Berührung des Phosphors mit feuchter atmosphärischer Luft kein Ozon, wenn dieselbe auch nur kleine Mengen der erwähnten Substanzen enthält. Bekannt ist auch, dafs der Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur unter den angeführten Umständen weder leuchtet, noch sich im Mindesten oxydirt. Stellt man den Versuch so an, wie im vorigen §. beschrieben, enthält aber die atmosphärische Luft der Versuchsflasche etwas ölbildendes Gas, oder untersalpetrichte Säure, oder Aetherdampf etc., so bleibt der Phosphor völlig dunkel, wie lebhaft auch der elektrische Funken oder Büschel in einer so beschaffenen Luft spielen mag.

5) In einer von mir in diesen Annalen über die oxydirenden Wirkungen des Platins veröffentlichten Abhandlung habe ich gezeigt, dafs der Schwamm oder Mohr dieses

Metalles feuchtes Indigopapier bleicht, das Guajakharz bläut, Jodkalium zersetzt, kurz wie die chemischen Wirkungen des elektrischen Büschels, so auch die des Ozons in einer Reihe von Fällen genau nachahmt [1]). Dieser Umstand liefs mich vermuthen, dafs das zertheilte Platin ebenfalls auf den Phosphor auf eine der Elektricität ähnliche Weise wirken werde, und meine Versuche haben gezeigt, dafs dem wirklich auch so ist. Bei einer Temperatur von —5° brachte ich auf ein Uhrschälchen Platinmohr, und berührte ich diesen auch noch so leicht mit einem abgetrockneten und an einer Zange gehaltenen Stück Phosphors, so kam letzterer immer da, wo er mit dem besagten Metallpulver in Contact gesetzt wurde, zum Leuchten, welches Leuchten schnell über die ganze Oberfläche des Phosphors sich verbreitete. Lag der Phosphor in atmosphärischer Luft, die mit den Dämpfen von Untersalpetersäure, Aether u. s. w. auch nur schwach geschwängert war, so trat die erwähnte Erscheinung nicht ein.

6) Schwammförmiges Silber, wie man dasselbe durch Erhitzen des essigsauren Silberoxydes erhält, wirkt merkwürdigerweise auf den Phosphor gerade so, wie diefs Platinschwamm oder Platinmohr thut. Zertheiltes Kupfer, Eisen, Antimon, Wismuth, Blei und Zinn verhalten sich gegen den Phosphor indifferent, und mit Goldpulver habe ich noch keine Versuche angestellt.

Aus den unter §§. 1—4 enthaltenen Angaben erhellt, dafs die Elektricität das Vermögen besitzt, die langsame Verbrennung des Phosphors unter Umständen zu veranlassen, unter welchen der genannte Körper für sich allein jene Erscheinung nicht zu zeigen vermag. Und wahrscheinlich ist es, dafs die Elektricität diesen Einflufs nur auf eine secundäre Weise, nämlich in sofern ausübt, als sie die Bildung des Ozons veranlafst. Ob aber das Leuchten des Phosphors eine unmittelbare Folge der Oxydation sey, welche derselbe durch das Ozon erleidet, oder ob jenes Lichtphänomen hervorgerufen werde in Folge der gleichzeitig stattfindenden Ozonbildung, darüber wage ich meine Entscheidung noch nicht abzugeben, ob man gleich Ersteres

1) Annalen, Bd. 67, S. 233.

für das Wahrscheinlichere zu halten geneigt seyn möchte. Merkwürdig in dieser Beziehung erschien mir die Thatsache, dafs in reinem Sauerstoff, auch wenn derselbe mit Ozon reichlich beladen war, der Phosphor nicht zum Leuchten kam, obgleich unter diesen Umständen der Phosphor das Ozon aufnimmt.

Zu wiederholten Malen ist schon die Behauptung ausgesprochen worden, dafs bei der Einwirkung der Elektricität auf atmosphärische Luft nicht nur Salpetersäure, sondern auch Untersalpetersäure sich bilde. Da letztere, auch nur in geringer Menge der Luft beigemengt, das Leuchten des Phosphors verhindert, in elektrisirter Luft aber, wie wir weiter oben gesehen, derselbe leuchtend wird, so kann diese Luft wohl keine Untersalpetersäure enthalten.

Hinsichtlich des Platinmohrs ist es wahrscheinlich, dafs derselbe das Leuchten des Phosphors einleitet, weniger durch eine sogenannte katalytische Thätigkeit, als durch die Hülle einer höchst oxydirenden Materie (Ozon oder verdichteter Sauerstoff), von welcher wir uns jenes Metall umgeben denken. In welcher Weise das schwammförmige Silber die gleiche Erscheinung verursacht, weifs ich nicht zu sagen.

Basel am Sylvesterabend 1845.

IV. *Ueber das Verhalten des Ozons zu Jod, Chlor, Brom und Untersalpetersäure;* *von C. F. Schoenbein.*

Schon in meinen ersten Mittheilungen über das auf chemischem Wege (vermittelst Phosphors und feuchter Luft) erzeugte Ozon erwähnte ich der Thatsache, dafs diese merkwürdige Materie das Vermögen besitzt, unter gegebenen Umständen das Jod in Jodsäure überzuführen. Bei der grofsen Aehnlichkeit, welche hinsichtlich seiner volta'schen

und chemischen Eigenschaften das Ozon mit dem Chlor und Brom zeigt, vermuthete ich, dafs diese Körper auch gegen Jod auf eine ähnliche Weise sich verhalten dürften, und das Jod nicht auf eine unmittelbare Weise durch das Ozon in Jodsäure verwandelt werde. In der Absicht, mir über diesen Gegenstand Aufklärung zu verschaffen, stellte ich in neuester Zeit eine Reihe von Versuchen an, deren Ergebnisse meine Vermuthung zu bestätigen scheinen, wie aus folgenden Angaben erhellen wird.

1) Legt man in einen mit atmosphärischer Luft gefüllten Ballon ein zolllanges Stückchen Phosphor von reiner Oberfläche, und bedeckt man letztern zur Hälfte mit lauem Wasser, das Ganze einer Temperatur von 15—20° überlassend, so wird schon in wenigen Stunden die Luft des Gefäfses so stark ozonisirt seyn, dafs in derselben Jodkaliumkleister augenblicklich schwarzblau, Indigopapier in wenigen Minuten gebleicht seyn wird, u. s. w. Ist dieser Grad von Ozonisation eingetreten, so entfernt man aus dem Ballon Phosphor und Säure und schüttelt die ozonisirte Luft mit destillirtem Wasser, um auch die letzte Spur von Säure wegzuschaffen. Nun hängt man in den Ballon einen Streifen ungeleimten Papiers, den man vorher mit einer geistigen Jodlösung tief braun gefärbt und nicht völlig hatte trocken werden lassen. Unter den angeführten Umständen erscheint das Jodpapier in wenigen Minuten vollkommen entfärbt.

2) Nimmt man das Papier, sobald es weifs geworden, aus dem Ballon, so besitzt es einen durchdringenden Geruch, dem des Chlorjods ähnlich, verliert denselben jedoch ziemlich rasch in freier Luft. Hängt man mehrere solcher gebleichten Streifen in einer verschlossenen Flasche auf, so füllt sich diese mit dem erwähnten Geruch an. Versteht sich von selbst, dafs man den gleichen Geruch auch in dem ozonhaltigen Ballon bemerkt, worin Jodpapier gebleicht worden.

3) Das noch so stark riechende gebleichte Jodpapier schmeckt nicht sauer, wie es auch feuchtes Lackmuspapier nicht röthet, wohl aber bleicht.

Digitized by Google

4) Stärkekleister auf das gebleichte Papier gebracht, so lange es noch riecht, färbt sich augenblicklich blauschwarz, wie sich der Kleister auch bläut, wenn er in eine Flasche eingeführt wird, in welcher gebleichtes Jodpapier aufgehangen worden.

5) Das noch riechende gebleichte Jodpapier färbt sich plötzlich braun, wenn es mit folgenden Substanzen in Berührung gesetzt wird:

a) Mit Phosphor. Fährt man mit einem Stück dieses Körpers auch nur leicht über das fragliche Papier hinweg, so erscheinen sofort die bestrichenen Stellen braun. Umwickelt man den Phosphor mit dem gleichen Papier, so färbt sich dieses gänzlich braun.

b) Mit einer Anzahl von Metallen. Bestreicht man das gebleichte Jodpapier z. B. mit Kadmium, Eisen, Kupfer, Zinn, oder umwickelt man diese Metalle mit dem Papier, so wird dieses sofort braun da, wo es in innige Berührung mit jenen Körpern gekommen war.

c) Mit schweflichter Säure, Schwefelwasserstoff, Jodwasserstoff. Führt man ein noch riechendes gebleichtes Stück Jodpapier in atmosphärische Luft ein, die mit den erwähnten Gasarten geschwängert ist, so färbt sich dasselbe augenblicklich braun.

d) Mit Jodkalium und Kaliumeisencyanür. Legt man einen Krystall des erstern Salzes auf unser Papier, so werden beide da, wo sie sich berühren, braun; versteht sich von selbst, dafs das gebleichte Papier, in Jodkaliumlösung getaucht, ebenfalls sich braun färbt. Drückt man einen Krystall des gelben Blutlaugensalzes etwas stark gegen das Papier, so wird dieses braun, während sich die Oberfläche des Krystalls stärker gelb färbt, bei wiederholter Operation dem rothen sich nähernd.

e) Mit den Hydraten des Bleioxydes und Zinnoxyduls, welche in die höhere Oxydationsstufe übergehen.

f) Mit einigen Schwefelmetallen, Schwefelblei z. B. in innige Berührung mit dem gebleichten Papier gesetzt,

Digitized by Google

verwandelt sich in schwefelsaures Bleioxyd, unter Bräunung des Papiers.

6) Hängt man in einem Ballon, dessen Luft in der oben angegebenen Weise möglichst stark ozonisirt worden, Streifen von Jodpapier auf, und läſst man dieselben nach erfolgter Bleichung längere Zeit in dem Gefäſse hängen, so färbt sich Wasser, mit der unter den erwähnten Umständen entstandenen Atmosphäre geschüttelt, bräunlich. Fügt man zu dieser Flüssigkeit Stärkekleister, so wird dieser blau, und dampft man die Flüssigkeit ab, so bleibt Jodsäure, woraus erhellt, daſs sich unter den angegebenen Umständen Jod ausscheidet und Jodsäure gebildet wird.

7) Volta'sches Ozon verändert das Jodpapier gerade so, wie dieſs das chemisch erzeugte Ozon thut. Auch verdient hier die Thatsache bemerkt zu werden, daſs Jodpapier, vor eine Metallspitze gehalten, aus welcher Elektricität in die Luft strömt, ziemlich rasch gebleicht wird.

Aus vorstehenden Thatsachen ergiebt sich, daſs alle diejenigen Substanzen, welche das durch Ozon gebleichte Jodpapier bräunen, d. h. Jod in Freiheit setzen, es auch sind, welche das freie Ozon entweder aufnehmen oder zerstören. Da das durch Ozon gebleichte Jodpapier nicht sauer reagirt, so ersieht man hieraus, daſs das Verschwinden der Färbung des Papiers nicht auf der Umwandlung des Jods in Jodsäure beruht. In welchen Verbindungszustand ist aber das Jod getreten? Alle die beschriebenen Reactionen werden vollkommen begreiflich, wenn wir annehmen, daſs das Jod unseres Papieres mit dem Ozon eine farblose Verbindung eingeht, welche sehr flüchtig ist und zerlegt wird durch Materien, welche mit dem freien Ozon entweder sich verbinden oder auf dessen Kosten sich oxydiren. Der Phosphor, so begierig mit freiem Ozon Phosphorsäure zu bilden, indem er das gebleichte Papier berührt, entfernt das Ozon aus dem Ozonjod, in Phosphorsäure sich umwandelnd und Jod ausscheidend. Kadmium, Zinn, schweflichte Säure, Bleioxyd, Schwefelblei u. s. w. oxydiren sich ebenfalls und setzen hiedurch Jod in Freiheit, d. h. bräunen das ozonjodhaltige

Digitized by Google

Papier. Einen weiteren Beweis für die Richtigkeit der eben entwickelten Ansicht liefert das Verhalten des Jodpapiers, welches der Einwirkung einer chlor- oder bromhaltigen Atmosphäre ausgesetzt worden. Führt man unser Jodpapier in atmosphärische Luft ein, die mit Chlorgas geschwängert ist, so wird jenes in wenigen Secunden entfärbt erscheinen. Dieses gebleichte Papier mit denjenigen Materien in Berührung gesetzt, welche unter §. 5 aufgezählt sind, nimmt eine braune Färbung an, ganz so, wie diefs das durch Ozon gebleichte Jodpapier thut. Wird z. B. mit Phosphor oder Kadmium auf das durch Chlor entfärbte Jodpapier geschrieben, so erscheinen sofort die gemachten Züge braun. Das gleiche Papier färbt den Stärkekleister zwar nicht, thut diefs aber, sobald man es mit Phosphor, Kadmium u. s. w. berührt.

Wie wir diefs recht wohl wissen, entsteht Chlorjod, wenn Jod mit einer Chloratmosphäre zusammengebracht wird; das mit Chlor gebleichte Jodpapier ist daher von Chlorjod durchdrungen, wie diefs auch der Geruch eines solchen Papiers anzeigt. Wenn nun dieses letztere bei seiner Berührung mit Phosphor, Kadmium, schweflichter Säure u. s. w. braun wird, so beruht diese Reaction offenbar darauf, dafs die genannten Materien dem Chlorjod das Chlor entziehen und Jod in Freiheit setzen.

Aus diesen Angaben erhellt, dafs das von Chlorjod durchdrungene Papier sich gerade so verhält, wie das Jodpapier, das durch Ozon gebleicht worden. Aus dieser Gleichheit des Verhaltens dürfte nun auch der Schlufs gezogen werden, dafs die in beiden Arten des gebleichten Papiers enthaltenen Jodverbindungen eine analoge Zusammensetzung haben, d. h. dafs wie das eine Papier Chlorjod, das andere Ozonjod enthält.

Von einem besondern Interesse scheint mir die Gleichheit des Verhaltens zu seyn, welche das Chlorjod und Ozonjod zum Wasser zeigen. Schüttelt man eine Chlorjodatmosphäre mit Wasser, so färbt sich dieses bräunlich, wird es sauer und erlangt die Eigenschaft, den Stärkekleister zu fär-

Digitized by Google

ben. Bekannt ist, daſs unter den angeführten Umständen Jodsäure nebst Chlorwasserstoffsäure gebildet und etwas Jod ausgeschieden wird. Beim Schütteln des Ozonjods mit Wasser treten nach §. 6 ähnliche Reactionen ein; es entsteht Jodsäure unter Ausscheidung von Jod. Was die Bildung der Jodsäure im letzteren Falle betrifft, so läſst sich dieselbe nur durch die Annahme erklären, daſs in Berührung mit Wasser das Ozon des Ozonjods einen Theil des in letzterem enthaltenen Jods zu Jodsäure oxydirt, während ein anderer Theil des Jods sich ausscheidet. Ist Ozon Aq + O, so muſs bei dieser Reaction Wasser frei werden. Die Jodsäure, welche bei der zwischen Chlorjod und Wasser stattfindenden Wechselwirkung gebildet wird, leitet die heutige Theorie von einer durch das Chlor des Chlorjods bewerkstelligten Wasserzersetzung ab. Man läſst das Chlor mit dem Wasserstoff des Wassers sich verbinden und den Sauerstoff des letzteren mit einem Theil des Jods, enthalten im Chlorjod, zusammentreten.

Betrachtete man der älteren Ansicht gemäſs das Chlor als $\dot{M}$ + O, d. h. als Muriumsuperoxyd, so ergäbe sich zwischen dem Verhalten des Chlorjods und Ozonjods zum Wasser eine vollkommene Analogie. In beiden Fällen würde es die Hälfte des im Murium- und Wasserstoffsuperoxyd enthaltenen chemisch erregten Sauerstoffs seyn, welcher einen Theil des Jods der fraglichen Verbindungen zu Jodsäure oxydirte, und von einer Wasserzersetzung wäre so wenig in dem einen, als in dem anderen Falle die Rede.

Um bei diesem Anlaſs noch ein Wort über die Davy'sche Chlortheorie zu sagen, so dürfte es derselben kaum zur besonderen Empfehlung gereichen, daſs sie so häufig die allerinnigsten Sauerstoffverbindungen, z. B. das Wasser, Kali u. s. w., durch Chlor zersetzen lassen muſs, um die ausgezeichneten oxydirenden Wirkungen dieses Körpers erklären zu können. In dieser Hinsicht ist die Berthollet'sche oder eigentlich die ältere Berzelius'sche Ansicht entschieden einfacher und natürlicher, indem sie ihrer oxydirten Salzsäure oder Muriumsuperoxyd ein directes Oxyda-

Digitized by Google

tionsvermögen beimifst. Wie ich diefs schon anderwärts ausgesprochen, scheint es mir, als ob das Bestehen eines Körpers, der in so vielen Beziehungen das Chlor nachahmt und seine oxydirenden Eigenschaften ohne allen Zweifel seinem Sauerstoffgehalte verdankt, der alten Theorie günstiger zu seyn, als der Davy'schen Hypothese.

8) Giefst man ein farbloses Gemisch, aus Untersalpetersäure und Wasser oder gewöhnlicher rauchender Salpetersäure und Wasser erhalten, in eine geräumige Flasche, so entsteht, wie neulich von mir in den Annalen mitgetheilt worden, über der Flüssigkeit eine Atmosphäre, welche chemische Eigenschaften besitzt, denen des Ozons sehr ähnlich. Diese Atmosphäre kann, wie ozonisirte Luft, mit den Dämpfen von kohlensaurem Ammoniak oder mit Ammoniakgas vermengt werden, ohne dafs sie das Vermögen verlöre, Indigopapier zu bleichen, Jodkalium zu zersetzen, gelbes Blutlaugensalz in rothes umzuwandeln u. s. w. Ich habe es wahrscheinlich zu machen gesucht, dafs das oxydirende Princip besagter Atmosphäre $NO_2 + HO_2$ sey. Eine weitere Analogie zeigt letztere nun darin mit ozonisirter oder chlorhaltiger Luft, dafs sie das Jodpapier rasch bleicht. Und dieses Papier besitzt alle die Eigenschaften, welche dem durch Ozon gebleichten Jodpapier zukommen: den Stärkekleister färbt es blau; mit Phosphor, Kadmium u. s. w. berührt, wird es braun; es riecht wie Ozonjod, und Streifen solchen gebleichten Papiers, in einer Flasche aufgehangen, liefern eine Atmosphäre, welche zum Wasser wie eine ozonjodhaltige Luft sich verhält. Ich brauche kaum zu sagen, dafs Jodpapier in den Dämpfen der Untersalpetersäure bei Gegenwart von Feuchtigkeit ebenfalls gebleicht wird.

9. Wird ziemlich tief gefärbtes Bromwasser in einen Ballon gegossen, der möglichst stark ozonisirte Luft enthält, so verschwindet beim Schütteln die Färbung der genannten Flüssigkeit, wie auch der Geruch nach Ozon und Brom. Dagegen tritt in dem Gefäfs ein eigenthümlicher Geruch auf, der äufserst widrig ist, das Athmen beengt und bleichende Eigenschaften besitzt. Das entfärbte Brom-

was-

Digitized by Google

wasser röthet das Lackmuspapier nicht, bleicht aber dasselbe, wie es auch rasch durch Indiglösung gebläutes Wasser entfärbt. Das gleiche farblose Bromwasser zersetzt Jodkalium, wandelt gelbes Blutlaugensalz in rothes um, bläut Guajakharz u. s. w. Beim Vermischen mit farblosem Chlorwasser färbt es sich wieder gelblich. Aus diesen Thatsachen scheint zu erhellen, dafs unter den angegebenen Umständen das Ozon mit dem Brom zu Ozonbrom zusammentritt, dafs letzteres mit Wasser unzersetzt zusammen bestehen kann, und dafs Chlor aus dem Ozonbrom Brom abscheidet.

10) Wird gelb gefärbtes Chlorwasser mit einer hinreichenden Menge ozonisirter Luft geschüttelt, so verliert es ebenfalls seine Farbe; ein eigenthümlicher Geruch tritt auf, etwas verschieden von dem des Chlors und Ozons; es röthet das entfärbte Chlorwasser nicht das Lackmuspapier, besitzt dagegen Bleichkraft, wie überhaupt die Eigenschaften des durch Ozon entfärbten Bromwassers. Voranstehende Thatsachen führen zu dem Schlusse, dafs wie es ein Ozonjod und Ozonbrom giebt, so auch ein Ozonchlor.

Die Fähigkeit des Ozons, mit dem Jod, Brom und Chlor Verbindungen zu bilden, die allem Anschein nach so ähnlich sind denen, welche die drei letztgenannten Körper mit einander eingehen, scheint mir eine sehr beachtenswerthe Thatsache zu seyn, und einen neuen Beweis dafür zu liefern, dafs das Ozon den sogenannten einfachen Salzbildnern näher stehe als irgend ein anderer Körper. Wenn es nun höchst wahrscheinlich ist, dafs wir im Ozon ein Wasserstoffsuperoxyd haben, so liegt auch die Vermuthung ganz nahe, dafs Chlor, Brom und Jod keine einfache Körper, sondern ebenfalls Superoxyde seyn möchten, wie sie als solche auch früher vom ersten Chemiker unseres Jahrhunderts angesehen wurden.

Basel, den 18. Jan. 1846.

Digitized by Google

V. *Ueber elektrische Ströme, erregt durch Schwingungen von Drähten und Metallstäben.*

Veranlafst durch Seebeck's frühere Beobachtung des Tönens einer erhitzten Thermokette (Annalen, Bd. 6, S. 269), und durch eine von A. Erman der letzten britischen Naturforscher-Versammlung gemachte Mittheilung über Erregung elektrischer Ströme mittelst Reibung zweier Metalle an einander (wie sie schon früher von Becquerel (Ann. Bd. 13, S. 619) wahrscheinlich zu machen versucht worden ist) hat Hr. Sullivan, zu Dublin, Versuche angestellt und im *Phil. Mag.* 1845, *Vol.* 27, *p.* 261, beschrieben, um zu sehen, ob Stäbe aus Wismuth und Antimon, oder gespannte Drähte, wenn sie zum Tönen gebracht werden, durch ein mit ihnen verknüpftes Galvanometer nachweisbare elektrische Ströme hervorbringen würden. Die Resultate waren indefs sehr zweifelhafter Natur. Manchmal ward eine kleine Ablenkung beobachtet, manchmal wieder nicht, und im ersteren Falle konnte die Abwesenheit eines thermischen Ursprungs der schwachen Ströme nicht entschieden nachgewiesen werden.

Merkwürdig dagegen ist eine andere Beobachtung. Hr. S. hatte zu Giefsen die von Hofmann und Blyth entdeckte Eigenschaft des *Styrols*, bei Erhitzung bis 200° C. in einer verschlossenen Röhre, ohne Aenderung der Zusammensetzung aus dem flüssigen Zustand in eine starre glasige Substanz (*Metastyrol*) überzugehen, kennen gelernt, und diefs erregte bei ihm die Frage, ob Schwingungen ähnlich wie Wärme wirken würden. Der Erfolg entsprach der Erwartung. Flüssiges Styrol in eine sehr lange und enge Glasröhre gebracht, die durch einen Mechanismus 30 Stunden lang in Längs-Schwingungen versetzt ward, ging fast gänzlich in eine starre Substanz über, die durch Destillation wieder in den flüssigen Zustand zurückgeführt werden konnte.

Digitized by Google

VI. *Ueber den Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den specifischen Gewichten der flüssigen organischen Verbindungen, nebst Kritik der Kopp'schen Werthe, die specifischen Gewichte voraus zu bestimmen etc.;*

von C. Löwig.

Vierte Abhandlung.

(Die früheren Abhandlungen finden sich Ann. Bd. 64, S. 209 und 515; Bd. 66, S. 250.)

Das Hydrat der Essigsäure und der Weingeist haben bei correspondirenden Temperaturen ein gleiches Atomvolumen. Nun enthält der Weingeist 2 Atome Wasserstoff mehr und 2 Atome Sauerstoff weniger als das Hydrat der Essigsäure. Hieraus folgt, dafs Wasserstoff und Sauerstoff gleiches Atomvolumen haben. Nun ist das Atomvolumen von HO *beim Siedpunkt* $=117$, *folglich das Atomvolumen für* H *und* O $=\frac{117}{2}=58{,}5$. *Ferner ist das Atomvolumen des Aethers:* $C_4H_5O=663{,}3$ *beim Siedpunkt; das Atomvolumen des Kohlenstoffs ergiebt sich daher durch folgende Berechnung:*

Atomvolumen des Aethers:	$C_4H_5O=663{,}3$
- - für	$H_5O=351{,}0$
- - -	$C_4 \quad =312{,}3$

folglich Atomvolumen für $C=\frac{312{,}3}{4}=78$, beim Siedpunkt.

Auf diesem Wege hat Kopp seine Werthe für die Atomvolumen von C, H und O erhalten [1]), und er berechnet mit denselben die specifischen Gewichte aller aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bestehenden Verbindungen. In einer späteren Abhandlung sagt Kopp [2]): »Kein Grund ist vorhanden, das specifische Volumen eines Ele-

1) Annalen der Pharmacie, Bd. 50, S. 71.

2) Ebendaselbst, Bd. 55, S. 199.

Digitized by Google

ments könne in verschiedenen flüssigen Verbindungen bei correspondirenden Temperaturen verschieden seyn . . . . . Dagegen sey aller Grund vorhanden zu der Annahme, daſs seine Werthe richtig seyen, und daſs die Differenzen zwischen den berechneten und gefundenen Resultaten, wenn sich solche ergeben, auf Beobachtungsfehlern beruhen.«

Und in der That berechnet Kopp mit seinen Zahlen die specifischen Gewichte vieler flüssigen Verbindungen übereinstimmend mit der Beobachtung. Aber dennoch werde ich den mathematischen Beweis leisten 1) *daſs die* Kopp*schen Werthe falsch sind, und* 2) *daſs das Atomvolum eines Elements nicht in allen Verbindungen gleich groſs seyn kann.*

Es sind zunächst zwei Punkte, worüber man sich verständigen muſs. Der eine betrifft die Contractionen, welche die flüssigen Verbindungen durch Abkühlung erleiden, der andere den Grad der Wahrscheinlichkeit, welchen die specifischen Gewichte haben.

Ueber die Contractionen, welche die flüssigen Verbindungen durch Abkühlung erleiden, haben wir fast nur die Beobachtungen von Gay-Lussac über Wasser, Weingeist, Aether und Schwefelkohlenstoff. Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daſs sich Wasser am wenigsten, der Aether am stärksten zusammenzieht, und daſs die Contractionen mit Abnahme der Temperatur stets geringer werden. So vermindern sich 1000 Theile

	Wasser. Th.	Weingeist. Th.	Aether. Th.
von 0 bis 15° vom Siedpunkt abwärts um	10,50	17,51	24,23
- 15 - 30° - - - - -	8,35	17,23	22,09
- 30 - 45° - - - - -	7,65	16,11	19,06
- 45 - 60° - - - - -	5,92	15,11	
- 60 - 75° - - - - -	4,26	14,15.	

Die Contraction ist beim Weingeist für eine Differenz von 15° abwärts ziemlich constant und beträgt =1. Es entsteht nun die Frage, mit welcher dieser Substanzen soll man die flüssigen organischen Verbindungen vergleichen?

Nach der Formel AeO, HO für den Weingeist ist der-

Digitized by Google

selbe das Hydrat des Aethyloxyds, und das Wasser vertritt die Stelle der Säure in den sogenannten zusammengesetzten Aetherarten. Uebereinstimmend in der chemischen Constitution mit dem Weingeist sind der Holzgeist und das Fuselöl, während das Aceton wohl auf gleicher Stufe der Zusammensetzung mit dem Aether steht. Ich glaube daher, dafs die meisten Gründe dafür sprechen, die zusammengesetzten Aether, den Holzgeist und das Fuselöl mit dem Weingeist, das Aceton aber und die einfachen Oxyde mit dem Aether zu vergleichen.

So viele Gründe vorliegen den beobachteten Siedpunkten der organischen Verbindungen zu mifstrauen, so wenig Ursache hat man die beobachteten specifischen Gewichte derselben in Zweifel zu ziehen. Die Bestimmung des specifischen Gewichts einer Flüssigkeit erfordert in der Regel nur eine, höchstens zwei Wägungen, während eine organische Elementaranalyse wenigstens deren sechs verlangt. Hat daher der gleiche Beobachter die Zusammensetzung und das specifische Gewicht einer flüssigen organischen Substanz bestimmt, so haben wir kein Recht das letztere in Zweifel zu ziehen, wenn wir die Richtigkeit der ersteren anerkennen. Ist aber das specifische Gewicht und das Atomgewicht einer flüssigen organischen Verbindung bekannt, so läfst sich das Atomvolum derselben mit der gleichen Genauigkeit angeben, wie ihr Atomgewicht. In diesem Punkte wird Kopp gewifs mit mir übereinstimmen. Ich wähle jedoch zur Prüfung seiner Werthe nur wenige und nur solche Verbindungen, über deren Zusammensetzung und specifischen Gewichte kein Zweifel obwaltet, Verbindungen, deren specifische Gewichte Kopp zum Theil selbst bestimmt hat [1]), und welche sich, nach den Kopp'schen Werthen, übereinstimmend mit der Erfahrung berechnen. Diese Verbindungen sind:

1) Annalen der Pharmacie, Bd. 55, S 199

Digitized by Google

		Spec. Gew.	bei Graden u. d. Siedpunkt.	Atom-volume.
Aether	$C_4\,H_5\,O$	0,6974	0°	663
Aceton	$C_3\,H_3\,O$	0,925	37°	458
Weingeist	$C_4\,H_6\,O_2$	0,739	0°	780
Ameisensaurer Aether	$C_6\,H_6\,O_4$	0,9085	34°	1018
Essigsaurer Aether	$C_8\,H_8\,O_4$	0,89	59°	1236
Holzgeist	$C_2\,H_4\,O_2$	0,7938	40°	503
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	0,8137	118°	1351
Baldriansaures Methyloxyd	$C_{12}H_{12}O_4$	0,8806	100°	1646.

Werden die Atomvolume dieser Verbindungen nach den Contractionen des Weingeistes *für den Siedpunkt* berechnet, so erhält man folgende Werthe:

		Atomvolume.
Aether	$C_4\,H_5\,O$	663
Aceton	$C_3\,H_3\,O$	480
Weingeist	$C_4\,H_6\,O_2$	780
Ameisensaurer Aether	$C_6\,H_6\,O_4$	1073
Essigsaurer Aether	$C_8\,H_8\,O_4$	1323
Holzgeist	$C_2\,H_4\,O_2$	528
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	1529
Baldriansaures Methyloxyd	$C_{12}H_{12}O_4$	1832.

Nun ist das Atomvolum des

		Atomvolume.	
Weingeistes	$C_4\,H_6\,O_2$	= 780	$C_2H_2 = 252$
Holzgeist	$C_2\,H_4\,O_2$	= 528	
für	$C_2\,H_2$	= 252	
Fuselöls	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	$C_2H_2 = \frac{749}{3} = 250$
Weingeistes	$C_4\,H_6\,O_2$	= 780	
für	$C_6\,H_6$	= 749	
Fuselöls	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	$C_2H_2 = \frac{1001}{4} = 250$
Holzgeistes	$C_2\,H_4\,O_2$	= 528	
für	$C_8\,H_8$	= 1001	
essigsauren Aethers	$C_8\,H_8\,O_4$	= 1323	$C_2H_2 = 250$
ameisens. Aethers	$C_6\,H_6\,O_4$	= 1073	
für	$C_2\,H_2$	= 250	
baldrians. Methyloxyds	$C_{12}H_{12}O_4$	= 1832	$C_2H_2 = \frac{759}{3} = 253$
ameisens. Aethyloxyds	$C_6\,H_6\,O_4$	= 1073	
für	$C_6\,H_6$	= 759	
baldrians. Methyloxyds	$C_{12}H_{12}O_4$	= 1832	$C_2H_2 = \frac{509}{2} = 254$
essigs. Aethyloxyds	$C_8\,H_8\,O_4$	= 1323	
für	$C_4\,H_4$	= 509.	

Digitized by Google

In diesen Vergleichungen sind die genannten Verbindungen, mit Ausnahme von Aether und Aceton, aufgenommen. Es ergiebt sich aus denselben für C_2H_2 die constante Ausdehnung von 250. Diese Uebereinstimmung mag als Beweis gelten, dafs die für die Siedpunkte berechneten Atomvolume richtig sind. Behalten wir die Zahl 250 für C_2H_2 bei, so ergeben sich für HO folgende Volume:

			Atomvolume.	
Weingeist	$C_4H_6O_2 = 2C_2H_2 + 2HO$		$= 780$	$HO = \frac{280}{2} = 140$
Atomvolum für		$2C_2H_2$	$= 300$	
- - -		$2HO$	$= 280$	
Holzgeist	$C_2H_4O_2 = C_2H_2 + 2HO$		$= 528$	$HO = \frac{278}{2} = 139$
Atomvolum für		C_2H_2	$= 250$	
- - -		$2HO$	$= 278$	
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2 = 5C_2H_2 + 2HO$		$= 1529$	$HO = \frac{279}{2} = 139,5$
Atomvolum für		$5C_2H_2$	$= 1250$	
- - -		$2HO$	$= 279$	

Für das Atomvolum des Sauerstoffs ergeben sich folgende Werthe:

			Atomvolume.	
Essigs. Aether	$C_8H_8O_4 = 4C_2H_2 + O_4$		$= 1323$	$O = \frac{323}{4} = 80,8$
Atomvolum für		$4C_2H_2$	$= 1000$	
- - -		O_4	$= 323$	
Ameisens. Aether	$C_6H_6O_4 = 3C_2H_2 + O_4$		$= 1073$	$O = \frac{323}{4} = 80,8$
Atomvolum für		$3C_2H_2$	$= 750$	
- - -		O_4	$= 323$	
Baldriansaures Methyloxyd	$C_{12}H_{12}O_4 = 6C_2H_2 + O_4$		$= 1832$	$O = \frac{332}{4} = 83,0$
Atomvolum für		$6C_2H_2$	$= 1500$	
- - -		O_4	$= 332$	

Die erhaltenen Werthe für HO und O sind also wie für C_2H_2 ganz übereinstimmend. Nun ist aber nach den Kopp'schen Werthen das Atomvolum für C_2H_2 nicht 250, sondern $2.78 + 2.58,5 = 273$, für HO nicht 180, sondern 117, und für O nicht 80,8, sondern 58,5.

Ich habe bis jetzt immer nur Verbindungen mit einander verglichen, welche gleiche rationelle Formeln haben, und ganz übereinstimmende Resultate erhalten. So wie man aber Verbindungen mit einander vergleicht, deren ratio-

Digitized by Google

nelle Formel verschieden ist, so hört jede Uebereinstimmung auf. Da nach Kopp Wasserstoff und Sauerstoff gleiches Atomvolum haben, so kann auch willkührlich H für O gesetzt werden, ohne dafs das Volum nach dieser Annahme sich ändern darf, wovon ich einigemal der Vergleichung wegen Gebrauch gemacht habe:

Atomvolum des Fuselöls	$C_{10}H_{12}O_2$	$=1529$	
- - - essigs. Aethers	$C_8H_{10}O_2$	$=1323$	
- - für	C_2H_2	$=206$	statt 250
Atomvolum von 2 At. Aether	$C_8H_{10}O_2$	$=1326$	$C_2H_2 = \frac{798}{3} = 266$
- - - 1 - Holzgeist	$C_2H_4O_2$	$=528$	
- - für	C_6H_6	$=798$	
Aether	$C_4H_5O = 2C_2H_2 + HO$	$=663$	
Atomvolum für	$2C_2H_2$	$=500$	
- - -	HO	$=163$	statt 117
Aceton	$C_3H_3O = 1\frac{1}{2}C_2H_2 + O$	$=480$	
Atomvolum für	$1\frac{1}{2}C_2H_2$	$=375$	
- - -	O	$=105$	statt 80,8.

Zieht man vom Atomvolum des Weingeistes das des Aethers ab, so bleibt für HO gerade 117. Zieht man aber vom Weingeist $=2C_2H_2+2HO$ für C_4H_4 die Zahl 500 ab, so bleibt, wie oben gezeigt wurde, 280 für 2HO. Wären die Sauerstoff- und Wasserstoffatome in gleicher Ausdehnung vorhanden, so müfste $2.117=234$ erhalten werden. Nun ist aber:

$$280-117=163.$$

Im Aether ist aber nach oben HO in der Ausdehnung von 163 vorhanden. Der Beweis ist demnach vollständig geleistet, dafs wenn man den Weingeist in $2C_2H_2+2HO$ zerlegt, das eine Atom Wasser in der Ausdehnung von 117, und das andere Atom in der Ausdehnung von 163 in der Verbindung vorkommen mufs. Nun aber stützt sich die ganze Betrachtungsweise von Kopp auf die Annahme, dafs das Atomvolum fur HO allgemein 117 sey. Dafs ist aber nicht der Fall, und so folgt von selbst, dafs die von Kopp angenommenen Werthe unmöglich richtig seyn können.

Nimmt man für das Atomvolum von H die Gröfse 58,5

Digitized by Google

an, so erhält man für C, wenn $C_2H_2 = 250$ gesetzt wird, die Ausdehnung von 66,5:

$$250 - 117 = 133 \text{ und } \frac{133}{2} = 67{,}5 \text{ statt } 78^{\circ}.$$

Vergleicht man Verbindungen, welche verschiedene rationelle Formeln haben mit einander, so erhält man für C die verschiedensten Werthe:

		Atomvolume.	
Aether	C_4H_5O	= 663	$C = \frac{135}{2} = 67{,}5$
Holzgeist	$C_2H_4O_2$	= 528	
Atomvolum für	C_2	= 135	
Weingeist	$C_4H_6O_2$	= 780	$C = 66$
Aceton	C_3H_3O	= 480	
Atomvolum für	CH_3O	= 300	
- - -	H_3O	= 234	
- - -	C	= 66	
Baldriansaures Methyl	$C_{12}H_{12}O_4$	= 1832	$C = \frac{186}{2} = 93$
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	
Atomvolum für	C_2O_2	= 303	
- - -	O_2	= 117	
- - -	C_2	= 186	
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	$C = \frac{89}{2} = 45{,}5$
Essigsaur. Aethyloxyd	$C_8H_{10}O_2$	= 1323	
Atomvolum für	C_2H_2	= 206	
- - -	H_2	= 117	
- - -	C_2	= 89	
Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	$H = \frac{69}{2} = 34{,}5$
2 At. Aceton	$C_6H_6O_2$	= 960	
Atomvolum für	C_4H_6	= 569	
- - -	C_4H_4	= 500	
- - -	H_2	= 69	
1 At. Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	$C = \frac{86}{2} = 43$
2 - Aether	$C_8H_{10}O_2$	= 1326	
Atomvolum für	C_2H_2	= 203	
- - -	H_2	= 117	
- - -	C_2	= 86	
4 At Aceton	$C_{12}H_{12}O_4$	= 1920	$C = \frac{274}{2} = 137$
1 - Fuselöl	$C_{10}H_{12}O_2$	= 1529	
Atomvolum für	C_2O_2	= 391	
- - -	O_2	= 117	
- - -	C_2	= 274	

Digitized by Google

		Atomvolume.	
4 At. Aceton	$C_{12}H_{12}O_4$	=1920	$C = \frac{363}{4} = 90{,}1$
1 - essigs. Aether	$C_8\ H_8\ O_4$	=1323	
Atomvolum für	$C_4\ H_4$	= 597 statt 500	
- - -	H_4	= 234	
- - -	C_4	= 363	
4 At. Aceton	$C_{12}H_{12}O_4$	=1920	$C = \frac{496}{6} = 82$
1 - ameis. Aether	$C_6\ H_6\ O_4$	=1073	
Atomvolum für	$C_6\ H_6$	= 847 statt 750	
- - -	H_6	= 351	
- - -	C_6	= 496	
1 At. essigs. Aether	$C_8\ H_8\ O_4$	=1323	$C = \frac{267}{4} = 66{,}8$
2 - Holzgeist	$C_4\ H_8\ O_4$	=1056	
Atomvolum für	C_4	= 267	
3 At. Aether	$C_{12}H_{14}O_4$	=1989	$H = \frac{157}{2} = 78{,}5$
1 - baldrians. Aether	$C_{12}H_{12}O_4$	=1832	
Atomvolum für	H_2	= 157.	

Mag man diese Vergleichungen noch so oft modificiren, man erhält nie für C den Kopp'schen Werth =78. Und dennoch stimmen die berechneten Resultate von Kopp sehr gut mit den beobachteten. Das Mitgetheilte reicht jedoch bisher hin, um bei jedem Unbefangenen die Ueberzeugung hervorzubringen 1) dafs die Kopp'schen Werthe nicht richtig sind, und 2) dafs das Volumen eines Elementaratoms nicht in allen Verbindungen gleich grofs seyn kann. Aber eben so bestimmt geht aus den Vergleichungen hervor, dafs doch dem Ganzen eine Regelmäfsigkeit zu Grunde liegt, denn sonst hätte in den obigen Fällen nicht stets für C_2H_2 die Ausdehnung 250, für 2HO die Zahl 280 und für O der Werth 80,8 resultiren können.

Der Grund, dafs sich nach den Kopp'schen Gröfsen dennoch die spec. Gewichte vieler Verbindungen mit der Beobachtung übereinstimmend berechnen lassen, liegt gerade darin, dafs sie sämmtlich falsch sind, dafs aber im Gesammtresultat eine Ausgleichung stattfindet. Setzt man für das Atomgewicht des Kohlenstoffs 4 statt 6, und für das Atomgewicht des Wasserstoffs 3 statt 1, so lassen sich mit diesen Zahlen die Atomgewichte aller Verbindungen berechnen, in welchen das Verhältnifs von C : H wie 1 : 1 ist. Sobald man aber zu Verbindungen übergeht, in wel-

Digitized by Google

chen das Verhältnifs ein anderes ist, so hört, weil die Atomgewichte unrichtig sind, auch jede Uebereinstimmung auf. Ganz so verhält es sich mit den Kopp'schen Werthen. Eine genau untersuchte Verbindung ist das Benzin. Mitscherlich fand sein specifisches Gewicht bei 67° unter dem Siedpunkt =0,85. Die Kopp'sche Berechnung aber giebt nur 0,80.

Schröder nimmt bekanntlich an, die Atomvolumen von C, H und O seyen gleich grofs, und in der That stimmt diese Annahme mehr mit der Beobachtung überein, als die Kopp'sche; sie ist aber von Kopp so gründlich widerlegt worden, dafs ich nicht nöthig habe dieselbe zu besprechen.

Als ich für meine organische Chemie die Lehre von den Atomvolumen bearbeiten mufste, studirte ich zum erstenmal gründlich die Schriften von Schröder und Kopp. Der Gegenstand war mir vorher sehr ferne gelegen, und ohne die specielle Veranlassung würde ich ihn wohl nie zu einem besonderen Studium gemacht haben. Als ich die Arbeit unternahm, dachte ich nicht im Entferntesten daran, etwas Neues zu geben. Aus ihren Zusammenstellungen und Beobachtungen suchte ich zuerst die Volume für die Kohlen-, Wasser- und Sauerstoffatome ganz nach der Kopp'schen Methode abzuleiten; ich bekam aber, wie ich schon in meiner ersten Abhandlung angegeben, immer verschiedene Werthe, so oft ich von chemisch verschieden zusammengesetzten Verbindungen ausging. Es wäre zwecklos die Berechnungen mitzutheilen, die ich vorgenommen. Ich sah bald ein, dafs zunächst die rationellen Formeln bei den Vergleichungen zu berücksichtigen seyen, und die Versicherung kann ich Jedem geben, der sich mit dem Gegenstand befassen will, dafs er zu keinem Resultate gelangt, wenn er auf den von Schröder und Kopp eingeschlagenen Wegen wandelt, wenn nämlich seine Absicht ist, den Grund der stattfindenden Regelmäfsigkeiten und Abweichungen zu erforschen.

Zwei Beobachtungen waren es, welche mich auf eine

andere Bahn brachten, nämlich: daſs die spec. Gewichte der Kohlenwasserstoffe im Allgemeinen wenig differiren, wenn auch das Verhältniſs der Kohlen- und Wasserstoffatome sehr verschieden ist, und daſs sich das spec. Gewicht immer bedeutend vermehrt, sobald sich nur wenige Atome Sauerstoff mit denselben verbinden. Dieſs brachte mich auf die Idee, ob vielleicht die spec. Gewichte von Kohlenstoff und Wasserstoff in den organischen Verbindungen gleich seyn könnten. Um diese Idee zu prüfen, wählte ich jedoch nur solche Verbindungen, welche zu einer Gruppe gehören. So verglich ich z. B. Weingeist mit Aether, Essigsäure und Aceton; Holzgeist mit Ameisensäure, Fuselöl mit Baldriansäure; Bittermandelöl mit Benzoësäure u. s. w. Ich wählte zuerst Aether und Aceton, weil alle Verhältnisse dieser Stoffe namentlich ihre Bildungsweise dafür sprechen, daſs sie einfache Oxyde sind mit 1 At. Sauerstoff. Nun ist:

Atomvolum des Aethers	C_4H_5O	$=663$
- - - Acetons	C_3H_3O	$=480$
- - für	$C\ H_2$	$=183.$

Ist das spec. Gewicht des Kohlenstoffs gleich dem des Wasserstoffs, so müſste von dem Raum $=183$ $\frac{6}{8}$ dem Kohlenstoff und $\frac{2}{8}$ dem Wasserstoff zukommen. Nimmt man nun das Atom des Wasserstoffs $=12{,}5$ zur Einheit, so sind $CH_2=8$ Einheiten (oder $8.12{,}5=100$ Gewichtstheilen). Der Raum, den die Gewichtseinheit (12,5) einnimmt, wird also gefunden, wenn 183 durch 8 getheilt wird. Nun ist $\frac{183}{8}=22{,}87$. Es enthält der Aether aber 24 G.E. Kohlenstoff und 5 G.E. Wasserstoff $=29$ G.E. CH, und das Aceton 18 G.E. Kohlenstoff und 3 G.E. Wasserstoff $=21$ G.E., und in meiner ersten Abhandlung habe ich gezeigt, daſs wenn die Raumeinheit (22,87) mit 29 und 21 multiplicirt wird, man genau die Atomvolume für Aether und Aceton erhält:

$$29.22{,}87=663 \text{ und } 21.22{,}87=480.$$

Läſst sich nun aus dieser Thatsache ein anderer Schluſs ziehen als der, daſs diese Atomvolume des Aethers und

Digitized by Google

des Acetons gleich sind dem Raum, welcher ihren Radicalen zukommt, und dafs eine Verdichtung eingetreten ist, welche dem Atomvolum des Sauerstoffs gleich kommt? eben so wie das Atomvolum des Aethyloxydgases gleich ist dem Volum des Aethylgases?

1 Atomvolum Aether = 663 + 1 Atomvolum Wasser = 117 ist gleich dem Atomvolum des Weingeistes = 780. Nun haben Holzgeist und Fuselöl die gleiche chemische Constitution als der Weingeist. Zieht man daher vom Atomvolum dieser Verbindungen 117 für HO ab, so erhält man das Atomvolum für Methyloxyd: C_2H_3O und für Amyloxyd: $C_{10}H_{11}O$.

Atomvol. des Holzgeistes	= 528	Atomvol. des Fuselöls	= 1529
- - für HO	= 117	- - für HO	= 117
- - - C_2H_3O	= 411	- - - $C_{10}H_{11}O$	= 1412.

In Uebereinstimmung mit Aether und Aceton mufs der Raum = 411 dem Volum von C_2H_3, und der Raum = 1412 dem Volum von $C_{10}H_{11}$ entsprechen. Nun ist:

$$\frac{411}{22,87} = 18 \text{ R.E. und } \frac{1412}{22,87} = 62 \text{ R.E.}$$

Nun ist $C_2H_3 = 15$ G.E. und $C_{10}H_{11} = 71$ G.E. Es sind demnach im Methyl 15 G.E. = 18 R.E., und im Amyl 71 G.E. = 62 R.E. enthalten. Es finden sich also im Methyl 3 R.E. mehr als Gewichtseinheiten, das Methyl enthält aber 3 At. H; die einfachste Annahme ist nun jedenfalls, ja eine andere gar nicht möglich, dafs im Methyl das Atomvolum des Wasserstoffs noch einmal so grofs ist als im Aether und Aceton. Behält man nun diese Ausdehnung für den Wasserstoff im Fuselöl bei, so ergiebt sich, und übereinstimmend mit dem was von den gasförmigen Körpern bekannt ist, dafs das Volum des Kohlenstoffs etwa im Fuselöl um $\frac{1}{3}$ verdichteter ist, als im Aethyl und Methyl. Man erhält daher:

$C_2 = 12$	R.E.	$C_{10} = 40$	R.E.
$H_3 = 6$	- -	$H_{11} = 22$	- -
$O = 0$	- -	$O = 0$	- -
$C_2H_3, O = 18$	- -	$C_{10}H_{11}, O = 62$	- -

Mit 6 und 4 Raumeinheiten für das Kohlenstoffatom

Digitized by Google

und 2 und 1 R.E. für das Wasserstoffatom berechnen sich nun die spec. Gewichte, wenn genau die Gay-Lussac'-schen Contractionen zu Grunde gelegt werden, wie ich in einer späteren Abhandlung auf das Vollständigste beweisen werde, mit der Erfahrung ganz übereinstimmend, und die angenommenen Verhältnisse stehen mit anerkannten Naturgesetzen im genauesten Zusammenhang. Dafs die Volume der Elemente in verschiedenen Verbindungen ein verschiedenes Volum haben, steht mathematisch fest, und ist oben mehr als nöthig bewiesen. Es klingt daher sonderbar in dem Munde eines mathematischen Chemikers, der von dieser Verschiedenheit ganz gewifs überzeugt ist, wenn er behauptet, es sey kein Grund zu der Annahme vorhanden, das Volum eines Elements könne in verschiedenen Verbindungen ein verschiedenes seyn. Kopp sagt nun in Beziehung auf meine Theorie: »Für das, was Löwig als Resultat seiner Betrachtungsweise anführt, kann ich in dem, was er mittheilt, keinen Beweis der Richtigkeit oder *nur irgend eine Wahrscheinlichkeit* finden; eben so gut wie er gewisse Gröfsen als die spec. Volume der Elemente in gewissen Verbindungen angiebt, hätte er andere, ganz verschiedene angeben können.« Allerdings ist $3.4+2.3,3$ beinahe 18 und $3.10+11.3=63$, also auch ungefähr 62. Aber der Maafsstab für die Richtigkeit ist, ob man mit diesen Werthen auch die spec. Gewichte, und namentlich solcher berechnen könne, in welchen das Verhältnifs der Kohlen- und Wasserstoffatome divergirend ist. Kopp sagt: »Nach Löwig soll die Annahme (das spec. Volum eines Elements sey verschieden) nothwendig seyn, weil man für die spec. Volume der Elemente verschiedene Werthe erhalte, je nachdem man von den Beobachtungen an verschiedenen Flüssigkeiten ausgehe.« Nun bestreitet Kopp diese Thatsache nicht geradezu, aber dennoch behauptet er, seine Werthe seyen richtig. Wenn ich 12 Theile einer Mischung von zwei Substanzen habe, welche aus gleichen Theilen von jeder bestehen soll, und es bleiben, wenn ich den einen Körper hinwegnehme, nicht 6, sondern 8 Theile zurück, so

Digitized by Google

wäre es jedenfalls eine rein subjective Ansicht, wenn Jemand behaupten wollte, die 8 Theile wären in der Mischung doch nur zu 6 Theilen enthalten. Ich habe aber gezeigt, dafs wenn man von dem Atomvolum verschiedener, sehr genau beobachteter Verbindungen die Kopp'schen Gröfsen für Wasser- und Sauerstoff hinwegnimmt, für das Volum des Kohlenstoffs 34,5 und 137 zu erhalten ist, und dafs man nie die Zahl 78 erhält, und dennoch soll dieselbe die richtige seyn? Ich hätte sehr gewünscht, Kopp hätte die verschiedenen Gröfsen angegeben, mit welchen sich die spec. Gewichte eben so gut berechnen lassen, als mit den meinigen. Wird diefs in der That nachgewiesen, aber nicht blofs für einzelne Verbindungen, in welchen das Verhältnifs der Kohlen- und Wasserstoffatome das gleiche ist, so werde ich der Erste seyn, der die aufgestellte Theorie fallen läfst.

Schon in meiner dritten Abhandlung habe ich angegeben, dafs das Atomvolum des Weingeistes gleich ist dem des Hydrats der Essigsäure, eben so haben Holzgeist und Ameisensäure, Fuselöl und Baldriansäure gleiches Volum. Aus den gasförmigen Verbindungsverhältnissen ergiebt sich, dafs sich das gasförmige Aethyloxyd mit den gasförmigen organischen Säuren, wie mit dem Wassergas, ohne Verdichtung vereinigt, und übereinstimmend mit der Verbindung des flüssigen Aethyls mit dem Wasser, findet das gleiche Verhältnifs ohne Zweifel auch bei der Vereinigung des flüssigen Aethyls mit den flüssigen Säuren statt, eine Annahme, welche durch die spec. Gewichte dieser Verbindungen vollkommen bestätigt wird. Nimmt man nun für das Wasser 5 Raumeinheiten an, was zwar nicht ganz genau ist, denn $5 . 22,87 = 114$ statt 117, so entsprechen nach meiner Theorie dem Atomvolum des:

		R.E.		R.E.
Weingeistes	C_4H_5O, HO	34	und	$\frac{780}{34} = 22,87$
Aethers	C_4H_5O	29	-	$\frac{663}{29} = 22,87$

		R. E.		R. E.
Acetons	C_3H_3O	21	und	$\frac{480}{21}=22{,}80$
ameisensauren Aethers	AeO, FoO_3	47	-	$\frac{1073}{47}=22{,}83$
essigsauren Aethers	AeO, AcO_3	58	-	$\frac{1323}{58}=22{,}81$
Holzgeistes	MeO, HO	23	-	$\frac{528}{23}=22{,}83$
Fuselöls	AmO, HO	67	-	$\frac{1529}{67}=22{,}77$
baldriansauren Methyloxyds	MeO, VaO_3	80	-	$\frac{1832}{80}=22{,}81$.

Eine gröfsere Uebereinstimmung in Volumen der Raumeinheit kann nicht verlangt werden.

Oben habe ich gezeigt, dafs wenn vom Atomvolum des Weingeistes das des Holzgeistes abgezogen wird, sich für C_2H_2 der Werth 250 ergiebt. Die gleiche Gröfse erhält man auch durch Vergleichung des Fuselöls mit Weingeist, des Fuselöls mit Holzgeist, des essigsauren Aethers mit ameisensaurem Aether, des baldriansauren Methyloxyds mit ameisensaurem Aethyloxyd, und des baldriansauren Methyloxyds mit essigsaurem Aethyloxyd. Ferner ergiebt sich aus den alkoholigen Verbindungen für 2HO übereinstimmend der Werth von 280. Mit diesen Zahlen berechnen sich die Atomvolume dieser Verbindungen ganz genau.

			Atomvolume.
Weingeist	$= 2C_2H_2 + 2HO$	$= 500 + 280$	$= 780$
Holzgeist	$= C_2H_2 + 2HO$	$= 251 + 280$	$= 530$
Fuselöl	$= 5C_2H_2 + 2HO$	$= 1250 + 280$	$= 1530$.

Aus den Aetherarten erhält man eben so übereinstimmend für das Atomvolum des Sauerstoffs die Gröfse 80,75.

Essigsaures Aethyloxyd	$= 4C_2H_2 + O_4$	$= 1000 + 323$	$= 1323$
Ameisensaurer Aether	$= 3C_2H_2 + O_4$	$= 750 + 323$	$= 1073$
Baldriansaures Methyloxyd	$= 6C_2H_2 + O_4$	$= 1500 + 323$	$= 1823$.

Ich habe hier einen viel schlagenderen Beweis gegeben, dafs die Atomvolume für C, H und O gleich grofs in den verschiedenen Verbindungen seyn müssen, als Kopp, denn ich berechne mit den gleichen Gröfsen die Atomvolume dieser Verbindungen mit der Erfahrung ganz übereinstimmend.

Und

Digitized by Google

Und dennoch ist es nicht schwer die Unrichtigkeit dieser Ansicht zu beweisen. Ist 80,75 die wirkliche Ausdehnung für das Sauerstoffatom, so ist das Volum für das Wasserstoffatom 140 — 80,75 = 59,25. Nun ist das Volum für das Kohlenstoffatom berechnet aus dem

Weingeist $= C_4H_6O_2 = 780$ und $780 - (6.59,25 + 2.80,75) = 263$

und $\frac{263}{4} = 65,81$.

Wir haben also für C = 65,81, für H = 59,25 und für O = 80,75. Berechnet man nun mit diesen Zahlen die Atomvolume dieser Verbindungen, so müssen dieselben, wie sich von selbst versteht, richtig herauskommen. Legt man aber den Aether zu Grunde, so erhält man wieder ganz andere Zahlen:

Atomvolum des Aethers	$= 2C_2H_2 + H + O$		= 663
- - für	$= 2C_2H_2$		= 500
- - -		O	= 80,75
			580,75
- - -		H	= 82,25
			663,00.

Wir erhalten also für H den Werth 82,25 und für das Atomvolum des Kohlenstoffs den Werth 42,5:

$$663 - (5.82,25 + 80,75) = 171 \text{ und } \frac{171}{4} = 42,5.$$

Nun ist $2.42,5 + 2.82,25 = 250$ für C_2H_2
und $2.65,81 + 2.59,25 = 250$ - C_2H_2.

Welche von diesen Werthen sind nun richtig? Es ist klar, dafs sich nach beiden Werthen für C und H die Atomvolume für Weingeist, Holzgeist, Fuselöl, essigsaures Aethyloxyd etc. genau müssen berechnen lassen. Berechnet man aber mit den Werthen C = 65,81, H = 59,25 und O = 80,75 Aether und Aceton, so erhält man für

Aether $= C_4\ 65,81 + H_5\ 59,25\ O\ 80,75 = 640$ statt 663
Aceton $= C_3\ 65,81 + H_3\ 59,25\ O\ 80,75 = 455$ - 480

Ueberhaupt ergiebt sich sogleich wieder die alte Confusion. Auch hieraus geht abermals mit Bestimmtheit hervor, dafs die Atomvolume in den einzelnen Verbindungen nicht gleich grofs seyn können, denn wäre diefs der Fall, so könnten sich nicht die Differenzen in der Ableitung der Werthe er-

Digitized by Google

geben. Die eben genannte Uebereinstimmung erklärt sich aber nach meiner Theorie auf das Vollständigste:

Atomvolume des:		R. E.	
Aethers	C_4H_5O	$=29$	und $11.22,87 = 250$
Methyloxyds	C_2H_3O	$=18$	
Differenz für	C_2H_2	$=11$ R. E.	
Fuselöls	$C_{10}H_{12}O_2$	$=67$	$33.22,87 = 750$
Weingeists	$C_4H_6O_2$	$=35$	
Differenz für	C_6H_6	$=33=3.11$	
Fuselöls	$C_{10}H_{12}O_2$	$=67$	$4.22,87 = 1000$
Holzgeistes	$C_2H_4O_2$	$=23$	
Differenz für	C_8H_8	$=44=4.11$	
essigsauren Aethers	$C_8H_8O_4$	$=58$	$11.22,87=250$
ameisens. Aethers	$C_6H_6O_4$	$=47$	
Differenz für	C_2H_2	$=11$	
baldrians. Methyloxyds	$C_{12}H_{12}O_4$	$=80$	$22.22,87 = 250$
essigsauren Aethers	$C_8H_8O_4$	$=58$	
Differenz für	C_4H_4	$=22=2.11$	
baldrians. Methyloxyds	$C_{12}H_{12}O_4$	$=80$	$33.22,87 = 250$
ameisens. Aethers	$C_6H_6O_4$	$=47$	
Differenz für	C_6H_6	$=33=3.11.$	

Nach Kopp ist das Atomvolum des baldriansauren Aethyloxyds: $C_{14}H_{14}O$ 115° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1625}{0,8659} = 1876.$$

Nach Fehling ist das Atomvolum des capronsauren Aethyloxyds: $C_{16}H_{16}O_4$ 144° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1800}{0,882} = 2041$$

und nach demselben Beobachter das Atomvolum des caprylsauren Aethyloxyds: $C_{20}H_{20}O_4$ 200° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{2150}{0,8738} = 2460.$$

Berechnet man diese Werthe für den Siedpunkt genau nach den Contractionen des Weingeistes, so erhält man für:

		Atomvolume.
baldriansaures Aethyloxyd	$C_{14}H_{14}O_4$	$=2092$
capronsaures Aethyloxyd	$C_{16}H_{16}O_4$	$=2355$
caprylsaures Aethyloxyd	$C_{20}H_{20}O_4$	$=2900.$

Digitized by Google

		Atomvolume.
Atomvolum für capronsaures Aethyloxyd	$C_{16}H_{16}O_4$	$= 2355$
- - - baldriansaures Aethyloxyd	$C_{14}H_{14}O_4$	$= 2092$
- - -	$C_2\ H_2$	$= 265$
Atomvolum für caprylsaures Aethyloxyd	$C_{20}H_{20}O_4$	$= 2900$
- - - capronsaures Aethyloxyd	$C_{16}H_4O_4$	$= 2355$
- - -	$C_4\ H_4$	$= 545.$

- - - $C_2H_2 = \frac{545}{2} = 272,5.$

Nun ist $\frac{265}{22,87} = 11,8$ und $\frac{272,5}{22,87} = 12.$

Wir erhalten also bei Vergleichung dieser Verbindungen für das Volum von C_2H_2 nicht 11, sondern 12 Raumeinheiten, was wieder vollständig mit meiner Annahme übereinstimmt. Von der Buttersäure an, ist das Atomvolum für $C = 4$ R.E. und das Atomvolum für $H = 2$ R.E.; folglich $C_2H_2 = 12$ R.E.

Nach meiner Theorie entsprechen dem Atomvolum des

		R.E.	
baldriansauren Aethyloxyds	AeO, VaO_3	91	und $\frac{2092}{91} = 22,98.$
capronsauren Aethyloxyds	AeO, CaO_3	103	- $\frac{2355}{103} = 22,87$
caprylsauren Aethyloxyds	AeO, CpO_3	127	- $\frac{2900}{127} = 22,82.$

Die Ursache, daſs bei Vergleichung von Weingeist mit Holzgeist und Fuselöl, von essigsaurem mit ameisensaurem Aethyloxyd etc. für C_2H_2 nicht 12, sondern 11 Raumeinheiten erhalten werden, kann allein nur in der verschiedenen Ausdehnung seinen Grund haben, welche die Atome in diesen Verbindungen annehmen.

Es ist mir schon die Einwendung gemacht worden, daſs es nicht wahrscheinlich sey, daſs in der Essigsäure die Wasserstoffatome eine verschiedene Ausdehnung hätten wie in der Ameisensäure, weil die Essigsäure durch Oxydation in Ameisensäure übergeht. In der unorganischen Chemie sind aber ganz analoge Fälle bekannt. So ist das Atomvolum des Stickoxydgases $= 4$ Vol. Wird demselben 1 Maaſs Sauerstoffgas entzogen, so bleiben nicht 3, sondern 2 Maaſs Stick-

Digitized by Google

oxydulgas zurück, und nehmen 2 Maafs Stickoxydulgas wieder 1 Maafs Sauerstoffgas auf, so erhält man sogleich wieder 4 Maafs Stickoxydgas. Eben so sind in der schwefligen Säure und in der Schwefelsäure die Sauerstoffatome verschieden verdichtet, und dennoch gehen beide Verbindungen sehr leicht in einander über.

Ich gebe nun zum Schlusse noch die Resultate, zu welchen mich meine Betrachtung bis jetzt geführt hat.

1) Die aus Kohlen- und Wasserstoff bestehenden Radicale zerfallen in zwei Klassen:

a) in *Hydroisocarbonyle* oder Radicale, welche entweder eine gleiche Zahl Kohlen- und Wasserstoffatome enthalten, oder in welchen das eine Element um 1 At. das andere überwiegt;

b) in *Hydropolycarbonyle* oder Radicale, in welchen die Kohlenstoffatome überwiegend sind über die Wasserstoffatome.

2) Nach dem Verhältnifs der Kohlen- und Wasserstoffatome zerfallen die Hydroisocarbonyle in:

a) *Dyhenyle* oder Radicale, welche 1 At. Kohlenstoff mehr als Wasserstoffatome enthalten: C_2H, C_4H_3, C_6H_5 ...

b) *Perisyle* oder Radicale, welche aus gleich viel Atomen Kohlen- und Wasserstoff in ungeraden Zahlen bestehen: CH, C_3H_3, C_7H_7 ...

c) *Dyotriyle* oder Radicale, in welchen der Wasserstoff um 1 At. vorherrschend ist über die Kohlenstoffatome: C_2H_3, C_4H_5, $C_{10}H_{11}$ ...

d) *Artiyle* oder Radicale, welche aus gleich viel Atomen Kohlen- und Wasserstoff in geraden Zahlen bestehen: C_2H_2, C_4H_4 ...

3) Sämmtliche Radicale, welche zu der gleichen Gruppe gehören, bilden eine aufsteigende Reihe, in welcher jedes Glied C_2H_2 mehr enthält als das vorhergehende, und sämmtliche Glieder einer Gruppe kommen in ihren Grundeigenschaften mit einander überein.

4) Die *Dyhenyle* verbinden sich mit 3 At. Sauerstoff zu

Digitized by Google

organischen Säuren: C_2H, O_3, C_4H_3, O_3, C_6H_5, O_3... Die *Dyotriyle* bilden mit 1 At. Sauerstoff Oxyde, welche sich wie Basen verhalten; die Säuren der Dyhenyle verbinden sich sämmtlich mit den Oxyden der Dyotriyle, ferner vereinigen sich beide Klassen von Verbindungen mit 1 At. Wasser zu Hydraten.

5) Bezeichnet man mit A_1, A_2, A_3 ... die Glieder 1, 2, 3 ... der Säure der Dyhenyle mit 3 At. Sauerstoff oder C_2H, O_3; C_4H_3, O_3; C_6H_5, O_3 ..., ferner mit B_1, B_2, B_3 ... die entsprechenden Oxyde der Diotriyle oder C_2H_3, O; C_4H_5, O ... und mit 1, 2, 3 ... die Hydrate der Dyhenylsäuren oder C_2H, O_3+HO; C_4H_3, O_3+HO ..., so folgt aus dem Verhältnifs der Kohlen- und Wasserstoffatome, dafs die Verbindung A_1+B_1 die gleiche Elementarzusammensetzung haben mufs, als das Säurehydrat 2. Ueberhaupt bilden sich hieraus folgende Reihen metamerer Verbindungen:

$$A_1+B_1=2$$
$$A_2+B_1=A_1+B_2=3$$
$$A_3+B_1=A_2+B_2=A_1+B_3=4$$
$$A_4+B_1=A_3+B_2=A_2=B_3=A_1+B_4=5$$
$$A_5+B_1=A_4+B_2=A_3+B_3=A_2+B_4=A_1+B_5=6.$$

u. s. w.

6) Das Atomvolum des Wasserstoffs verhält sich zum Atomvolum des Kohlenstoffs in den:

ersten Gliedern C_2H, C_2H_3, C_2H_2 wie 2 : 6
zweiten Gliedern C_4H_3, C_4H_5, C_4H_4 - 1 : 6 und in den
höheren Gliedern C_8H_7, $C_{10}H_{11}$, $C_{10}H_{10}$ - 2 : 4.

Wird das Gewicht der G.E. $=12,5$ gesetzt, so ist
- Volum - R.E. $=22,87$ beim Siedpunkt, und das
spec. Gewicht - R.E. $=\frac{12,5}{22,87}=0,546$ beim Siedpunkt.

7) Verbinden sich die Hydroisocarbonyle mit 1 Atom Sauerstoff, so findet eine Verdichtung statt, welche dem Atomvolum des Sauerstoffs gleich ist. Es bleibt daher das Volum des Radicals bei seiner Verbindung mit 1 At. Sauerstoff unverändert, während eine den Gewichtseinheiten des Sauerstoffs entsprechende Vergröfserung des spec. Gewichts stattfindet. Nehmen aber die Oxyde der Dyhenile noch

Digitized by Google

2 At. Sauerstoff auf, so ist das Volum dieser Sauerstoffatome gleich dem Volum der Wasserstoffatome in der Verbindung. Demnach ist das Atomvolum des Aethyloxyds: $C_4 H_5 O$ gleich dem Atomvolum der Essigsäure: $C_4 H_3, O_3$, das Atomvolum des Amyloxyds: $C_{10} H_{11} O$ gleich dem Atomvolum der Baldriansäure: $C_{10} H_9, O_3$. Ueberhaupt folgt hieraus: *dafs die Dyotriyle, die Oxyde derselben mit 1 At. Sauerstoff, und die aus diesen Oxyden sich bildenden Säuren der Dyhenyle mit 3 At. Sauerstoff das gleiche Atomvolum haben.*

8) Verbinden sich die Säuren und Oxyde der Hydroisocarbonyle mit 1 At. Wasser zu Hydraten, so enspricht das Atomvolum der Verbindung dem Atomvolum der Bestandtheile. Es findet daher eine Volumvermehrung von 117 beim Siedpunkte statt. *Bei der Umwandlung des Holzgeistes in das Hydrat der Ameisensäure, des Weingeistes in das Hydrat der Essigsäure, des Amylgeistes in das Hydrat der Baldriansäure bleibt daher das Atomvolum unverändert.*

9) Verbinden sich die Säuren der Dyhenyle mit den Oxyden der Dyotriyle, so ist das Atomvolum der Verbindung ebenfalls gleich dem Atomvolum der Bestandtheile. Da im Methyl und Aethyl das Atomvolum des Wasserstoffs und im Amyl auch das des Kohlenstoffs verschieden ist, so folgt, dafs das Atomvolum der metameren Methyl-, Aethyl- und Amylverbindungen (5) nicht ganz mit einander übereinstimmen können. Nur ameisensaures Aethyloxyd und essigsaures Methyloxyd, baldriansaures Aethyloxyd und essigsaures Amyloxyd haben aus demselben Grunde gleiches Atomvolum.

10) *Der Siedpunkt* der Hydroisocarbonyle wird bestimmt durch das Verhältnifs ihrer Kohlen- und Wasserstoffatome. Nun beträgt:

die Erhöhung für das Kohlenstoffatom	$= +38^0,4$ und
die Verminderung für das Wasserstoffatom	$= -29\ ,2$
Differenz für CH	$= -\ 9^0.2.$

Folglich ist der Siedpunkt für $CH = +9^0,2$ [1]). Demnach ist der Siedpunkt für

1) Diese Annalen, Bd. 64, S. 518, und Bd. 66, S. 258.

Digitized by Google

das erste Glied der Dyhenyle		C_2H	$=+47^{\circ},6$
- - - -	Perisyle	$C\,H$	$=+\ 9^{\circ},2$
- - - -	Dyotriyle	C_2H_3	$=-10^{\circ},8$
- - - -	Artiyle	C_2H_2	$=+18^{\circ},4.$

Der Siedpunkt für die aufsteigenden Glieder erhöht sich demnach für das Eintreten von C_2H_2 constant um $18^{\circ},4$. Die allgemeine Formel für die Erhöhung ist demnach:

$$S+(n-1).18^{\circ},4.$$

11) Verbinden sich die Hydroisocarbonyle mit 1 Atom Sauerstoff, so erhöht sich, in Folge der Condensation welche stattfindet (7), der Siedpunkt um 28°. Jedes Atom Sauerstoff aber, welches bei seiner Verbindung nicht vollständig verdichtet wird, vermindert den Siedpunkt der Verbindung um $8^{\circ},4$. Demnach ist der Siedpunkt für:

$$C_2H,\ O=+47^{\circ},6+28^{\circ}=75^{\circ},6$$
und für $C_2H,\ O_3=75^{\circ},6-16^{\circ},8=58^{\circ},8$

in den aufsteigenden Gliedern hingegen erhöht sich der Siedpunkt wieder constant für C_2H_2 um $18^{\circ},4$.

12) Verbinden sich die basischen und sauren Oxyde mit 1 At. Wasser zu Hydraten, so erhöht sich der Siedpunkt um $42^{\circ},8$. Demnach ist der Siedpunkt für das

erste Glied der Dyhenyle	$C_2H,\ O_3+HO$	$=58^{\circ},8+42^{\circ},8=101^{\circ},6$
- - - Dyotriyle	$C_2H_3,\ O+HO$	$=17^{\circ},2+42^{\circ},8=\ 60^{\circ}$

in den folgenden Gliedern findet wieder eine Vermehrung von $18^{\circ},4$ für C_2H_2 statt.

13) Verbinden sich die Dyhenylsäuren mit *dem ersten Gliede* der Dyotriyloxyde, so vermindert sich der Siedpunkt um 20°. Wird daher mit A_1 das erste Glied der Säure der Dyhenyle und mit B_1 das erste Glied der Dyotriyloxyde bezeichnet, so ist der Siedpunkt von:

$$A_1+B_1=58^{\circ},8-20=38^{\circ},8,$$

und der Siedpunkt jedes folgenden Gliedes liegt um $18^{\circ},4$ höher, ganz gleich, ob sich C_2H_2 mit A oder mit B vereinigt. Daraus entstehen folgende Reihen für die Siedpunkte:

Digitized by Google

$A_1 + B_1 = 38^0{,}8$	$A_1 + B_1 = 38^0{,}8$
$A_2 + B_1 = 38^0{,}8 + 18^0{,}4$	$A_1 + B_2 = 38^0{,}8 + 18^0{,}4$
$A_3 + B_1 = 38^0{,}8 + 2 . 18^0{,}4$	$A_1 + B_3 = 38^0{,}8 + 2 . 18^0{,}4$
$A_4 + B_1 = 38^0{,}8 + 3 . 18^0{,}4$	$A_1 + B_4 = 38^0{,}8 + 3 . 18^0{,}4$

$$A_1 + B_2 = 38^0{,}8 + 18^0{,}4$$
$$A_2 + B_2 = 38^0{,}8 + 2 . 18^0{,}4$$
$$A_3 + B_2 = 38^0{,}8 + 3 . 18^0{,}4$$
$$B_4 + B_2 = 38^0{,}8 + 4 . 18^0{,}4$$

u. s. w.

Hieraus folgt, dafs die metameren Verbindungen der Säuren der Dyhenyle mit Methyl-, Aethyl- und Amyloxyd nicht allein gleiche Elementar-Zusammensetzung, sondern auch gleiche Siedpunkte haben.

Dagegen differiren die Siedpunkte zwischen *den Hydraten der Dyhenylsäuren* und *den metameren Verbindungen derselben* constant um $81^0{,}2$.

Ich kann nur wünschen, dafs meine Ansichten einer genauen Prüfung unterworfen werden. *Aber was ich erwarten darf, ist eine Prüfung ohne vorgefafste Meinung.* Will man sie widerlegen, so gebe man zuerst die Gründe an, warum nach meiner Betrachtungsweise das Atomvolum des Aethyls gleich ist dem des Aethyloxyds; denn auf dieser Thatsache beruht mein ganzes System. Sollte sich meine Theorie als falsch erweisen, so mufs sie, und je früher je besser, vom wissenschaftlichen Boden verschwinden. Um blofse Rechthaberei ist es mir nicht zu thun. Ist sie hingegen wahr, so haben die Atomvolume die gleiche Bedeutung für die Wissenschaft, wie die Atomgewichte, und wegen des Einflusses, welchen die näheren Bestandtheile auf die Ausdehnung der Verbindung haben, geben sie ein sicheres Mittel an die Hand, die rationelle Zusammensetzung in zweifelhaften Fällen zu erkennen.

Zürich, den 12. December 1845.

VII. *Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel im geradlinig polarisirten Lichte; von Wilhelm Haidinger.*

Bald nachdem ich im Frühjahre 1844 die Erscheinung der gelben Büschel im polarisirten Lichte wahrgenommen, hatte ich Gelegenheit sie unseren ausgezeichneten Physikern, die ersten Anfänge Hrn. Regierungsrath v. Ettingshausen, später, schon etwas ausführlichere Resultate Hrn. Hofrath Baumgartner in der Natur nachzuweisen. Später habe ich sie vielen Personen, auch in meinen Vorlesungen gezeigt. Der Aufsatz über diesen Gegenstand in Poggendorff's Annalen [1]) wurde von Hrn. Abbé F. Moigno in Quesneville's Journal in das Französische übersetzt, aber es gelang dort eben so wenig, als vielen anderen Physikern, die Erscheinung selbst wahrzunehmen, so dafs sehr lange keine öffentliche Bestätigung der Beobachtung von anderen Seiten zu finden war. Um so willkommener mufste mir daher in diesem Winter der freundliche Besuch des Hrn. Moigno selbst seyn, der auf einer eben zurückgelegten Reise, auch in einem Theile von England und Deutschland, Niemanden antraf, der die Büschel gesehen hatte. Es war mir natürlich ein Leichtes, mit den passenden, wohl sehr einfachen Vorrichtungen diesem ausgezeichneten Mathematiker und Physiker das Ganze der Erscheinung so umständlich auseinanderzusetzen, dafs er sie in den verschiedenen Arten des polarisirten Lichts auf das Deutlichste unterschied. Er hat die Erscheinung seither in dem Blatte *l'Epoque,* und später in der Academie in Paris bekannt gemacht.

Ich hatte bei weifsem polarisirtem Lichte im Doppelspath die gelblichen und die contrastirenden graulichvioletten oder bläulichen Nüancen der sie begleitenden Räume beschrieben, ohne gerade die Farben selbst zum Gegenstande einer besonderen Betrachtung zu machen. Die gelben Bü-

1) Bd. 63, S. 29.

schel erscheinen einfach als Repräsentanten des Lichts, die violetten Räume als Repräsentanten des Abganges desselben. Moigno bezeichnete durch den Ausdruck Maximum und Minimum des Lichts sehr richtig den Gegensatz der erscheinenden Complementarfarben, indem die gelblichen mit der gröfsten Lichtstärke im prismatischen Farbenbilde verbunden sind, während Violett der das Licht am meisten absorbirenden Farbe entspricht.

Wohl war mir nun genugsame Zeit gegönnt, auf dem durch die neue Beobachtung eröffneten Wege mancherlei Forschungen anzustellen, um sie dann, in ein System gebracht, dem Urtheile der Physiker vorzulegen, aber gar Manches hielt mich ab, und ich bringe auch jetzt nur einzelne abgerissene Beobachtungen, die ich während der Zeit zu machen Gelegenheit hatte, um doch diesen erweiterten Kreis derselben entsprechender darzustellen, als es gleich anfangs geschehen konnte; die ich aber nun nicht länger zurückhalten will, da sich doch eine vermehrte Theilnahme hoffen läfst. Sie sollen eigentlich als Ergänzungen der früheren Mittheilung dienen, doch ist manches dabei, um es anschaulicher zu machen, aus den früheren Beobachtungen wiedergegeben.

1) Der blaue Himmel.

Bekanntlich zeigt das Himmelsgewölbe eines der vielen Vorkommen des polarisirten Lichts. Die Polarisationsebene geht an jedem Punkte, den man untersucht, durch die Sonne, so dafs die Polarisationsebenen alle, in der Richtung durch die Sonne und die Erde sich schneidende gröfste Kreise sind.

Stellt man sich mit dem Rücken gegen die Sonne, um nicht durch das Licht derselben geblendet zu werden, und blickt schnell mit dem früher, am besten durch gleichfarbiges Licht erfülltem Auge an irgend einen bestimmten Fleck des blauen Himmels, so wird man leicht den Eindruck von unbestimmtem gelblichen Lichte wahrnehmen, das immer unscheinbarer wird, und mit dem umgebenden Blau ver-

Digitized by Google

schwimmt, je länger man den gewählten Punkt fest im Auge behält. Hat man rechts von dem verticalen gröfsten Kreise, etwa unter einem Winkel von 45° hinauf gesehen, so trage man nun schnell das Auge auf einen links ähnlich gelegenen Punkt. Die Netzhaut ist durch das längere feste Hinblicken durch die Erscheinung des vielleicht noch nicht einmal deutlich wahrgenommenen Büschels (Fig. 1 Taf. I), doch bereits in einer bestimmten Richtung hinlänglich gereitzt, um nun auf der linken Seite den entgegengesetzt wahrzunehmenden gelben Büschel (Fig. 2 Taf. I) mit den begleitenden Räumen von dunklerer Bläue als der umgebende Himmel, zu erfassen. Man mufs das Auge schnell herumwenden und dann ruhig einen Punkt festzuhalten suchen. Das anfänglich deutlichere Bild verschwindet auch hier wieder sehr bald in dem gleichförmigen Blau der Umgebung. Ist die letzte Spur verschwunden, so erhält man leicht einen neuen lebhafteren auf der rechten Seite, und wird bald durch die Abwechslung überzeugt, dafs man wo immer auf den Himmel hinblicken kann, wenn nur das Licht polarisirt ist, um die Büschel zu finden. Mit dem Rücken gerade gegen die Sonne, sieht man sie vor sich perpendiculär. Nicht nur der vollkommen blaue Himmel, auch der von weifsen Dünsten gleichförmig erfüllte, sogar hell beleuchtete Wolken zeigen die Büschel, und sind daher polarisirt, wenn auch in geringerem Grade als der blaue Himmel selbst.

Gegen Sonnenuntergang, also wenn die Sonne schon ziemlich tief steht, gelingt es gut, die seitwärts ziemlich horizontal liegenden Büschel mit den vertical stehenden in dem perpendiculären Ostwest-Hauptschnitte zu contrastiren. Bekanntlich kann man das Auge nur ruckweise bewegen. Ich habe oft, das Auge längs einem niedrig liegenden gröfsten Kreise hinbewegend, eine Reihe aufeinander folgender Büschel, wie eine Kette wahrgenommen.

Sehr schön und lebhaft beobachtet man die Büschel dann auch im Zenith. Man stelle sich mit dem Rücken gegen die Sonne, blicke fest auf das Zenith, und drehe den gan-

zen Körper, ohne das Zenith aus dem Auge zu verlieren, um 90° oder rechtwinklig herum. Der Büschel bleibt fest in der Richtung der Polarisationsebene durch die Sonne, aber das Auge früher durch einen verticalen Eindruck gereitzt, ist nun für einen horizontalen empfindlicher gemacht, den es also auch leichter aufnimmt. Die Erscheinung ist bei dieser Beobachtung so lebhaft, daſs man fast das Gefühl hat, als bohre man mit den Augen ein Loch in den heiteren Himmel.

Wenn man irgend einen Punkt des blauen Himmels fest in's Auge faſst und den Kopf abwechselnd gegen die rechte und gegen die linke Seite neigt, ohne den Punkt aus dem Auge zu verlieren, so wird der Contrast der gelben Büschel und der begleitenden rein blauen Räume bedeutend erhöht. Die Bewegungen dabei sind etwas unbequem, man kann aber auch anstatt des Kopfes den ganzen Oberleib rechts und links neigen, wodurch wenigstens eine Abwechslung hervorgebracht wird, aber es verlohnt die Mühe doch, die bedeutend vermehrte Intensität des Farbencontrastes aufzusuchen. Man wird dabei eine sonderbare Beobachtung machen. Man beobachte zum Beispiel erst einen natürlich vertical stehenden Büschel, also gerade der Sonne gegenüber, und zwar mit perpendiculärer gewöhnlicher Stellung des Kopfes, so wie dieſs die Stellung *A*, Fig. 3 Taf. I, ausdrückt. Sodann neige man den Kopf schnell gegen die rechte Seite, der Büschel wird nicht mehr in verticaler Stellung erscheinen, sondern eine gegen die linke Seite geneigte Lage annehmen, wie dieſs in *B* dargestellt ist. Bei einer Neigung des Kopfes gegen die linke Seite weicht der Büschel gegen die rechte zu ab, so wie die Stellung *C* zeigt. Diese Abweichung der Erscheinung von der wirklichen Lage der Polarisationsebene rührt offenbar davon her, daſs die Netzhaut durch die Beobachtung des verticalen Büschels dergestalt gereitzt ist, daſs sie lebhafter das Bild eines horizontalen gelben Lichtbüschels mit den vertical gestellten blauen Räumen aufzunehmen fähig wird. Nun wird der Kopf unter einem Winkel von etwa

Digitized by Google

45° schnell geneigt. Unter diesem Winkel könnte der Eindruck von dem Auge am lebhaftesten wahrgenommen werden, aber die Luft ist perpendiculär polarisirt, die Erscheinung nimmt eine intermediäre Lage an. Die Büschel in *B* und *C* bilden mit einander Winkel, die wohl ohne Fehler gleich 45° angenommen werden können, so wie die von *B* oder *C* gegen $A = 22^{0}\frac{1}{2}$, obwohl natürlich bei Erscheinungen dieser Art an Bestimmung der Winkel durch wirkliche Messung mit Instrumenten nicht zu denken ist.

Wird das Auge mit dem Kopfe sehr langsam geneigt, so bleibt der Büschel in seiner verticalen Lage, weil dann die Einwirkung des früheren Bildes auf die Netzhaut bereits verschwunden ist, bevor die neue eintritt.

In der etwas abweichenden Lage ist das Gelb des Büschels ziemlich lebhaft; das abwechselnde Neigen des Kopfes, indem man nach einer Stelle des blauen Himmels hinsieht, ist ein sicheres Mittel, die Büschel aufzusuchen.

Betrachtet man horizontale oder verschiedentlich geneigte Büschel, und neigt dann den Kopf schnell rechts oder links, so dreht sich der Büschel jederzeit um den obigen Winkel von $22^{0}\frac{1}{2}$ in einer gegen die der Drehung entgegengesetzten Richtung. Diese Beobachtung gelingt nicht nur mit dem polarisirten Lichte des blauen Himmels, sondern auch mit jeder anderen Art von polarisirtem Lichte überhaupt.

2) Der Wasserdampf.

Man hat öfters Nebelbogen beobachtet, die ziemlich den gleichen scheinbaren Durchmesser besitzen, wie die Regenbogen. Das Licht des Regenbogens ist von Biot und Sir D. Brewster als polarisirtes Licht erkannt worden, übereinstimmend mit der bekannten Erklärung durch einmalige Zurückstrahlung des Sonnenlichts im Inneren des Regentropfens für den inneren, durch zweimalige für den äufseren Regenbogen.

Ich hatte Gelegenheit die Nebel- oder Dampfbogen in den Dampfkammern des Sophienbades, dieser vortrefflich

eingerichteten Anstalt des Hrn. Morawetz, auf der Landstrafse in Wien, zu beobachten. Freilich ist seitdem durch den Bau des schönen Schwimm- und Salongebäudes zwischen der Sonne und den Dampfkammern die Sonne ausgeschlossen worden, so dafs man sie dort nicht mehr in dieser Vollkommenheit beobachten kann. Die Sonne schien etwa um 7 Uhr Morgens, also bei geringer Erhöhung, durch die Fenster hell in den Dampf. Man nahm einen sehr schönen Bogen wahr, dessen Mittelpunkt der Schatten des Kopfes darstellte, so wie diefs etwa in Fig. 4 Taf. I ausgedrückt ist.

Die Farbe des Bogens *f* ist ein blasses Bläulichweifs. Er ist bei *c* und *d* schwach brandgelb eingesäumt. Der Raum *e* aufserhalb des Bogens und der Raum *g* innerhalb desselben ist weniger hell, grau, mehr in das Röthliche geneigt. Gegenüber dem Auge, wenn man gerade die Sonnenstrahlen vorüberstreifen läfst, ist ein heller bläulicher Raum bei *b* mit schwachem Brandgelb eingefafst. Das Licht, von *b* anzufangen, ist durch die Büschel als deutlich polarisirt zu erkennen; man darf nur Orte in dem Bogen, und aufserhalb oder innerhalb desselben fest ansehen, und dann das Auge auf einen anderen Punkt bringen. Sie erscheinen radial im Bogen, tangential aufserhalb oder innerhalb desselben. Das Licht des Bogens ist in den gröfsten Kreisen durch die Sonne, also durch Reflexion von der Oberfläche der Dunst- oder Wassertheilchen polarisirt. Die Räume zwischen und aufserhalb desselben sind senkrecht auf diese Richtungen, also durch Transmission, polarisirt. Die Farben bläulichweifs und röthlich oder brandgelb, sind wohl zarte Gemenge der blauen und rothen prismatischen Farbensäume der Brechungsgränzwinkel mit der Wirkung der mehr und weniger stark beleuchteten, in der Luft schwebenden Wassertheilchen.

Man kennt die Methode, durch in den Mund genommenes Wasser, das man gewaltsam in die feinsten Tröpfchen zertheilt, herausbläst, die Erscheinung des Regenbogens hervorzubringen. Sie diente hier vorläufig besser als

Digitized by Google

andere Messungsarten, die man in einem Dampfbade nicht immer bequem zur Hand hat, um die Gröfse der Durchmesser des Nebelbogens zu finden. Nebst dem immer noch sichtbaren Nebelbogen erschien, wie in Fig. 5 Taf. I, der erste innere Regenbogen sehr deutlich etwa in der Mitte des Nebelbogens, der äufsere Regenbogen, nur in schwachen Spuren wahrzunehmen, lag aber aufserhalb desselben. Aus den bekannten Gröfsen der Radien, des Roth des inneren Regenbogens $=42^{\circ}\ 2'$, der Breite desselben $=1^{\circ}\ 45'$, des Roth des äufseren Bogens $=50^{\circ}\ 58'$ und seiner Breite $=3^{\circ}\ 10'$, ferner des Raumes zwischen den beiden Bogen von $8^{\circ}\ 15'$ läfst sich die Breite des Nebelbogens auf etwa 12° schätzen, die Mitte desselben etwa in dem Radius von 41° liegend. Doch darf ich diese nur als Resultate ungefährer Schätzung geben, da ich sie nur aus dem Gedächtnisse nach der Beobachtung niederschreiben konnte, und späterhin nicht mehr in der Lage war, sie zu revidiren.

Wurde die mit Dampf erfüllte Luft durch die Sonne, wie in Fig. 6 Taf. I, beleuchtet, wo sie schräg durch ein Fenster hereinschien, so beobachtete man in dem Dampfe *a* die Querbüschel der Polarisation, wie sie durch Transmission entstehen müssen, während auf dem nassen beleuchteten Fufsboden *b* deutlich die verticalen Reflexionsbüschel zu sehen waren.

Analog der hier gemachten Beobachtung sieht man, bei mit Nebeldünsten erfüllter Luft, zunächst der Sonne die tangentialen Querbüschel der Durchgangspolarisation. Um sie aber beobachten zu können, mufs die Sonne selbst, etwa durch ein vorstehendes Gebäude, verdeckt seyn.

3) Spiegelflächen.

Die Beobachtung von Büscheln in dem polarisirten Lichte schwarzer Glasspiegel, auf den Fenstertafeln, schön polirten Möbelstücken, besonders Tischen, auf dem mit Wachs eingelassenen Fufsboden ist in der früheren Mittheilung erwähnt.

Sehr deutlich beobachtet man die Büschel auf der glat-

ten Oberfläche stehenden, oder wenig bewegten Wassers, vorzüglich wenn sich nicht polarisirter, grauer Himmel darin spiegelt. Durch das Aufsuchen senkrecht gegen einander auf die Netzhaut wirkender Büschel wird auch hier der Effect sehr gesteigert.

Eine andere sehr leichte Art der Beobachtung ist, wenn man sich vor die Glasfensterbedeckung eines Treibhauses stellt, und in dem sich von der Höhe gegen die Rechte und gegen die Linke spiegelnden Himmelsraume die Büschelcontraste aufsucht.

4) Verstärkung des Eindrucks durch Reizung der Netzhaut.

Es wurde im Vorhergehenden erwähnt, dafs man zur leichteren Beobachtung der Büschel suchen müsse, durch den erst schwachen Eindruck eines derselben die Netzhaut für die Aufnahme des anderen vorzubereiten.

In seiner einfachsten Form kann man diesen Satz dadurch beweisen, dafs man mit dem Eindruck eines deutlichen Büschels gegen eine gleiche Fläche nicht polarisirtes Licht hinsieht. Selbst dann nimmt man den ergänzenden Büschel wahr. Sehr schön giebt diese Erscheinung das Hindurchsehen durch eine Andalusit- oder durch eine blafsgelbe Turmalinplatte auf weifses Papier. Angenommen man habe im Andalusit bei verticaler, im Turmalin bei horizontaler Stellung der Krystallaxe einen verticalen Büschel so lange betrachtet, bis keine Spur mehr wahrzunehmen schien, und man entferne nun schnell, ohne die Richtung des Auges zu verändern, den Andalusit, so erscheint auf dem weifsen Papier der durch den subjectiven Farbencontrast hervorgebrachte complementare horizontal liegende Büschel.

Man kann keinen Contrast hervorbringen, wenn man eine linear polarisirte Fläche durch einen ebenfalls linear polarisirenden Apparat betrachtet, selbst wenn dieser vollkommen weifses Licht hindurchläfst, wie das Nichol'sche Prisma, oder reflectirt, wie die aus einem schwarzen und einem belegten Spiegel bestehenden Spiegeloculare, weil bei

Digitized by Google

bei gleicher Lage der Büschel ein Maximum von Licht in's Auge gelangt, bei gekreuzter Lage aber ein Minimum, und daher der Contrast der Beleuchtung stärker ist als der Contrast der Büschel. Anders ist es, wenn man sich einer Platte eines einaxigen oder zweiaxigen Krystalls bedient, welche in zwei senkrecht aufeinanderstehenden Richtungen polarisirtes Licht hindurchläfst, wie etwa ein dünnes Glimmerblättchen. Bringt man ein solches Blättchen zwischen das Auge und den Büschel der linear polarisirten Fläche, so bewegt er sich bei jeder Azimuthaldrehung des Blättchens mit überraschender Schnelligkeit herum, und man beobachtet einen Büschel nach und nach in allen möglichen aufeinanderfolgenden Azimuthalrichtungen. Blickt man nun fest in der gewählten Richtung, während der Büschel auf dem Glimmer die gegen den ursprünglichen auf der linear polarisirten Fläche senkrechte Lage hat, und zieht dann den Glimmer schnell hinweg, so bleibt auf der Fläche in einer durch die Contrastwirkung bedeutend erhöhten Deutlichkeit der ursprüngliche Büschel sichtbar. Davon, dafs es nicht blofse Contrastwirkung ist, kann man sich dadurch überzeugen, dafs man erst auf dem Glimmerblatt die Netzhaut mit Büscheln reizt, die nicht gerade senkrecht gegen den ursprünglichen stehen. Jederzeit bleibt dieser endlich in fester Lage zurück.

Wird das Auge durch eine um 45° gegen die Lage des Büschels auf der ursprünglichen Polarisationsfläche abweichende Lage der Erscheinung gereizt, so erscheint bei sehr schnellem Hinwegziehen, bei aufmerksamer Beobachtung, der Büschel einen Augenblick um den halben Winkel 22° $\frac{1}{2}$ in entgegengesetzter Abweichung geneigt, nimmt aber die normale Lage wieder an, sobald die Wirkung des complementaren Eindrucks aufhört.

Der durch den entgegengesetzten Büschel hervorgebrachte Contrast erleichtert die Beobachtung so sehr, dafs ihm Hr. Custos Martin [1]) überhaupt das Erscheinen der Polarisationsbüschel zuschreibt. Man kann ihm aber doch wohl

1) Schmidl's Oesterr. Blätter für Litteratur und Kunst, 1846, No. 13.

nicht mehr als die Hälfte des Eindrucks zuschreiben, da sich jedenfalls die Intensität der beiden gleich seyn mufs. In dem gewöhnlichen Zustande ist allerdings die Netzhaut vor der Betrachtung der Büschel durch mannigfaltige Gegenstände so vielfach gereizt, dafs sich das Auge erst nach und nach den erforderlichen feinen Beobachtungen anpafst. Will man auf den ersten Blick die Büschel im polarisirten Lichte erkennen, so thut man wohl daran, die Netzhaut erst durch ein längeres Ansehen einer nicht polarisirten Fläche, z. B. eines Blattes weifsen Papiers, von der Nachwirkung der fremdartigen Eindrücke zu befreien.

Ueber die Natur der Eindrücke auf die Netzhaut kann wohl kein Zweifel übrig bleiben. Sie sind in der Natur des Lichts, insbesondere in den Transversalschwingungen der Aethertheilchen gegründet, aber sie zeigen sich erst durch ihre Einwirkung auf die Netzhaut, gerade so wie so viele andere Lichterscheinungen. Jedes Auge sieht seine eigenen farbigen Säume durch Prismen, seine eigenen Regenbogen, seine eigenen Interferenzstreifen, seine eigenen farbigen Ringe in der Richtung der Axen doppelt brechender Mittel. Sie sind sämmtlich subjectiver Natur, bis sie etwa auf einem Schirm aufgefangen werden. Eben so werden auch die Büschel auf der Netzhaut erst erzeugt. Ich habe noch nicht den Versuch gemacht, sie auf einem Schirm festzuhalten, ein Versuch, der übrigens in mancher Hinsicht Interesse haben könnte, da die Büschel und Räume, wie in den Farben, auch in anderen Eigenschaften verschieden seyn dürften.

5) Farben der Büschel und Räume.

Von der Beobachtung bis zur Zurückführung derselben auf die feinsten Grundsätze der Theorie ist oft eine weite Entfernung in Zeit und Arbeiten. Aber schon die physikalische Construction des Herganges trägt bei, um das in die Sinne Fallende mehr anschaulich zu machen.

Moigno hat das Gelb der Büschel als diejenige Farbe betrachtet, welche, nach Fraunhofer's Versuchen, die

Digitized by Google

höchste Lichtintensität besitzt. Diefs ist der Punkt M an der Gränze von Gelb und Orange. Nimmt man von M den Theil des Spectrums bis nach A im rothen Ende, und dann gleich weit gegen das violette Ende, so kommt man über die Linie F hinaus, oder nahe über das halbe Spectrum, da die Lichtstärke zwischen H und I selbst fast $=0$ ist.

Hr. Regierungsrath von Ettingshausen, mit dem ich die merkwürdige Erscheinung vielfach besprochen, stellte zum Behufe der physikalischen Erklärung der Farbenverschiedenheit den Grundsatz auf, dafs man die verschiedene Brechbarkeit der Strahlen in Betrachtung ziehen müsse, wenn auch durch Spiegelung kein prismatisches Bild entsteht, wie durch Brechung.

Wenn AB, Fig. 7 Taf. I, unter dem Polarisationswinkel auf DE fällt, so wird der Strahl nach der verschiedenen Brechbarkeit der farbigen Theile desselben in ein Spectrum VR zerstreut. Senkrecht auf dem M, dem hellsten Theil desselben, steht der zurückgeworfene und in der Einfallsebene möglichst vollständig polarisirte Strahl C. Herschel hat durch Versuche nachgewiesen [1]), dafs weifses Licht nicht vollständig polarisirt wird, d. h. dafs wenn ein Sonnenstrahl auf einem schwarzen Spiegel polarisirt wird, und sodann von einem zweiten Spiegel gegen eine weifse Tafel unter dem Polarisationswinkel, aber in gekreuzter Lage zurückgeworfen, der Strahl nicht vollständig ausgelöscht wird. Man erhält nie ein vollständiges Verschwinden. »Ist das Verschwinden am vollkommensten, so hat das zurückgeworfene Licht eine purpurrothe Farbe (wahrscheinlich *purple*, aber *purple* heifst, durch eine sonderbare Anomalie der Sprache, im Englischen schwärzlich-violblau) [2]); die gelben oder die am stärksten leuchtenden Strahlen sind völlig verschwunden.« In der obigen Fi-

1) Herschel, vom Licht. Uebers. von Schmidt. S. 455.

2) Dafs es diese blaue Farbe ist, erhellt aus dem weiter beschriebenen Versuch, wo sie bei geringer Neigung des zweiten Spiegels unter dem Polarisationswinkel in Blaugrün, über dem Polarisationswinkel in Amethystfarbe, Röthlichviolblau, übergeht.

Digitized by Google

gur wird also nebst dem gelben Lichtstrahl *C* für jedes gebrochene *VR* noch ein bläulichvioletter Lichtstrahl *C'* zurückgeworfen, der nicht vollständig polarisirt ist, oder eigentlich entgeht der violette Lichtstrahl *C'* der vollständigen Polarisation bei *C*. Das Auge erhält aber von irgend einem in der Richtung *BD* gelegenem Punkte doch einen eben so gefärbten Strahl, der mit dem Gelb über die ganze Fläche hin wieder das Weifs zusammensetzt.

Man kann daher ohne Fehler annehmen, dafs eine jede linear polarisirende Fläche, sey sie senkrecht oder geneigt gegen die Sehaxe *CB*, zugleich eben so viel Maximum der Helligkeit als Minimum derselben in's Auge entsende, und es mag diese Fläche, wie in Fig. 8 Taf. I, als aus einer grofsen Anzahl kleiner Quadrate bestehend gedacht werden, die in den Punkten *H*, *a*, *b*, *c*, . . . *a'*, *b'*, *c'* . . . aneinanderschliefsen. Die Sehaxe geht durch den Mittelpunkt *B*. Abgesehen von irgend einer Annahme in Bezug auf die Richtung der Transversalschwingungen überhaupt, ob diese in der Polarisationsebene stattfinden, nach Neumann, Mac Cullagh und früher Cauchy, oder ob sie senkrecht darauf stattfinden, wie Fresnel immer annahm, wie es auch Cauchy gegenwärtig betrachtet, und wie man es nun allgemein vorauszusetzen gewohnt ist, bleibt so viel unumstöfslich gewifs, dafs die Schwingungen der polarisirten Strahlen von dem Maximo der Helligkeit vollkommen geordnet sind, und nur in einer einzigen Richtung stattfinden, während das nicht vollkommen polarisirte Minimum noch eine Anzahl allseitiger Schwingungen enthält, die mit den vorigen in dem Punkt *B* zum Theil einen rechtwinkligen Contrast hervorbringen müssen. Nach einer Richtung, nämlich nach *BD* und *BE* in der Polarisationsebene wird daher die eine, nach der Richtung senkrecht auf die vorige, oder *BF* und *BG*, wird die andere Farbe vorzugsweise das Auge reizen. Die Beobachtung giebt, dafs man das Maximum der Helligkeit in der Richtung der Polarisationsebene *DE* sieht, das Minimum in der Richtung *FG* senkrecht darauf. Die Intensität des Unterschieds der Far-

Digitized by Google

ben wächst gegen die Mitte, den Punkt *B* zu, wo man senkrecht gegen die Erscheinung hinsieht, sie nimmt in entgegengesetzter Richtung nach allen Seiten ab, am schnellsten natürlich an der Gränze beider Farben. Da man Helles leichter erkennt als Dunkles, und es zugleich gröfser erscheint, nach den Gesetzen der Irradiation, so sieht man auch den gelben Büschel deutlicher, und vorzüglich länger gestreckt als das Violett, für welches man gleiche Räume bei der Construction der Farben in Anspruch nehmen mufs.

Der Irradiation mufs es gleichfalls zugeschrieben werden, dafs man von dem ohnediefs höchst zarten Bilde, das jeden Augenblick im strengsten Sinne des Worts ein neues ist, nicht die scharfen rechten Winkel von Gelb und Violett im Mittelpunkte *B* unterscheidet. Das hellere Gelb greift über, und wirkt so lange auf das Auge, bis das Ganze nach und nach verbleicht, oder etwa später durch Ueberreiz gerade in der Mitte das Violett wieder herrschend wird, und dann gelbe Räume zwischen einem senkrecht auf dem vorigen liegenden violetten Büschel hervorbringt. Die Gestalt der entstehenden krummen Linie ist die einer Hyperbel, deren Asymptoten die sich unter 90° kreuzenden Linien *HL* und *IK* vorstellen, wie die Fig. 9 Taf. I für den gelben Büschel erläutert.

Wenn man die beiden Farben, Gelb und Violett, möglichst nahe den Erscheinungen, wie in der vorhergehenden Figur, gekreuzt auf Papier malt, so dafs die scharf in's Geviert getheilte Mitte die stärksten Töne des einen und des anderen zeigt, die nach und nach gegen die Peripherie verwaschen sind, und man betrachtet sie aus einer gröfseren Entfernung als die des deutlichsten Sehens, so greift auch von diesem wirklichen Bilde in dem Eindruck auf die Netzhaut das Gelb über das Violett, und bringt die Empfindung eines gelben Büschels hervor.

Es wurde im Vorhergehenden durchweg angenommen, dafs die zwei Farben, Gelb und Violett genannt, gegen einander in dem Verhältnisse von complementaren Farben ständen. Es ist jedoch nothwendig zu bemerken, dafs da-

Digitized by Google

bei sehr viel von ihrer absoluten Erscheinung, von dem Untergrunde und seiner Farbe abhängt, auf welcher sie beobachtet werden. Bei gleicher Intensität ist allerdings gelb gegen orange geneigt complementar zu hellblau, gelblichgrün erst erfordert violett. Aber gleichzeitig wirkt noch die Quantität des Lichts selbst, welches in die eine oder in die andere Farbe eingeht. In den zwei hellen Bildern der dichroskopischen Lupe, in den zwei dunkeln eines schwarzen, durch Doppelspath besehenen Quadrats, erscheint gelb etwas röthlich und violett grau; am heiteren Himmel sind die gelben Büschel weniger durch Reinheit der Farbe ausgezeichnet als das schöne tiefe Blau der begleitenden Räume, am Andalusit sind die Büschel nahe orange, die Räume deutlich violett.

Einen sehr schönen Gegensatz von gelb und violett erhält man bei der Betrachtung eines groſsen, in einiger Entfernung durch eine Fenstertafel hervorgebrachten Büschels durch ein dünnes Glimmerblatt, mit welchem man den Büschel herumdrehen kann.

Durch die Fläche *P*, die selbst senkrecht auf der Axe der sechsseitigen Prismen des Cordierits steht, also in der Richtung dieser Axen gesehen, erscheint auf dem schönen blauen Grunde ein Büschel, dessen Farbe ich »deutlich, doch schwach violett« beschrieben habe [1]). Die Farbe der Fläche *P* enthält kein Gelb, doch ist das erwähnte Violett gewiſs nicht das von dem Blau gegen Fraunhofer's Linien *H* und *I* oder das violette Ende des Spectrums zu, sondern vielmehr auf dem blauen Grunde eine der gelben sich anschlieſsende Farbe, etwa orange gegen das andere Ende des Spectrums.

Noch möge ein Wort über die theoretische Betrachtung der Richtung beigefügt werden, in welcher die Transversalschwingungen stattfinden. Ich glaubte dort, nach Young's Analogie des gespannten Seiles, und der leichten Beobachtung schwingender Saiten in ihrer gröſsten Ausweichung, annehmen zu dürfen, daſs diese Richtung mit

1) Poggendorff's Annalen, 1844, Bd. 63, S. 34.

Digitized by Google

der Richtung des Büschels übereinstimme. Bei der ungemein kleinen Amplitude der Schwingungen der Aethertheilchen würde doch die ganze Reihe derselben einzeln ihre gröfsten Ausweichungen erreicht haben, und die Summe aller einzelnen Erscheinungen wären die Büschel gewesen. Gegentheils schliefst Moigno [1]), von der Beobachtung der Lage des Büschels ausgehend, der jederzeit in der Polarisationsebene liegt, dafs die Schwingungen, übereinstimmend mit Fresnel und Cauchy, senkrecht auf denselben stattfinden müssen, weil die Erscheinung der Färbung sich zu beiden Seiten derselben verbreitet. Es kommt dabei wohl hauptsächlich darauf an, wie Aetherschwingungen überhaupt auf das Auge wirken, ob es bei linear polarisirtem Licht die den Schwingungsamplituden entsprechenden gröfsten Ausweichungen sind, die bei gewöhnlichem Lichte nach allen Richtungen gleich grofs stattfinden, oder ob man, um es so auszudrücken, die ganze, durch die Schwingungen bezeichnete Fläche von der Seite übersieht. Das erste würde für Licht, das nach *AB* linear polarisirt ist, durch Fig. 10 Taf. I erläutert seyn, und dann müfste das Maximum der Helligkeit in der Richtung von *AB* erscheinen. Das Minimum aber nach *CD*, denn nach dieser Richtung übersähe man ja den Eindruck der gröfsten Ausweichung der Schwingungen, getrennt durch den geringen Eindruck der dazwischen liegenden Fläche. Uebersieht aber das Auge auf den zu beiden Seiten der Sehaxe parallel eintreffenden Strahlen die von Transversalschwingungen überdeckten Flächen, wie in Fig. 11 Taf. I, dann erscheint das Maximum der Helligkeit durch Schwingungen hervorgebracht, welche auf der Richtung der Polarisationsebene senkrecht stehen.

Ich fühle in dem gegenwärtigen Augenblicke keinen Beruf für die eine oder die andere Betrachtungsweise ein Wort in die Wagschaale legen zu wollen; das ist die Sache der Airy, der Arago, der Biot, der Brewster, der Cauchy, der Herschel, der Mac Cullagh, der Neumann, die den Gegenstand bereits von so vielen Seiten bearbeitet haben.

1) *Comptes rendus*, 1846, *1er S. T. XXII, No.* 4.

Digitized by Google

VIII. *Ueber die Construction zusammengesetzter Mikroskope; von Dr. Barfufs in Weimar.*

Vor einiger Zeit machte ich in den Astronomischen Nachrichten einen Vorschlag zur Beseitigung aller optischen Undeutlichkeit bei dem Mikroskope, und wies nach, dafs nach meiner Construction eine Schärfe der Bilder sich erreichen lasse, welche der beim Fernrohre statthabenden nichts nachgiebt, und die, bei der hier geforderten Kleinheit der Dimensionen, auf keinem anderen Wege mit gleicher Sicherheit sich erzielen läfst. Das Objectiv ist zweifach achromatisch, die Flintglaslinse nach dem Object gewendet. Um möglichst grofse Krümmungsradien zu erhalten, soll die Kronglaslinse gleichseitig werden und genau in die eine Seite des Flintglases passen, damit man beide Linsen zusammenleimen könne. Der Achromatismus wird durch die äufsere Fläche des Flintglases bewirkt, welche einen ziemlich grofsen Halbmesser erhält.

Bis hierher bietet der Vorschlag nichts Neues, aber nun soll die sphärische Abweichung durch eine eigene, in beträchtlicher Entfernung vom Objective abstehende Doppellinse aus Kronglas gehoben werden. Von diesen beiden Linsen ist die eine planconvex, die andere planconcav, und beide haben gleiche Brennweite, auch liegen sie hart an einander, so dafs die Zusammenordnung nicht anders als ein Planglas wirkt, und ohne Aenderung einer der übrigen Dimensionen an jede beliebige Stelle im Rohre gebracht werden könnte. Die Planconvexlinse steht dem Objective zunächst, und die ebenen Flächen beider Linsen sind vom Objective weggewendet.

Diese Correctionslinse gewährt Vortheile, die auf einem anderen Wege sich schwerlich erreichen lassen werden. Sie hebt sehr grofse Abweichungen, *doch nur solche, bei welchen die Strahlen am Rande eher mit der Axe zusammentreffen als die Centralstrahlen.* Sie hebt, wenn ihre Krüm-

Digitized by Google

mung nicht zu schwach ist, die Abweichung immer sicher, denn sie wird so lange hin- und hergeschoben, bis die höchste Deutlichkeit hervorgeht. Kommt aber ihre Krümmung einer gewissen Gröfse nahe, so hebt sie nicht nur das Glied der Abweichung, welches dem Quadrat der Oeffnung proportional ist, sondern auch das folgende, welches im biquadratischen Verhältnisse der Oeffnung steht, wobei zugleich die Linse einen solchen Abstand vom Objective erhält, dafs sie mit diesem in ein kurzes, an die Hauptröhre anzuschraubendes Röhrchen sich fassen läfst. Durch gehöriges Rücken wird man ein Maximum der Deutlichkeit nicht nur in Folge der beseitigten Aberration, sondern vielleicht in Folge solcher Umstände erhalten, von denen unsere Theorie nicht einmal Aufschlufs geben kann [1]). Endlich aber hängt der glückliche Erfolg nicht von der genauen Realisirung einer Rechnung ab, sondern die Linse braucht nur nahe die beste Form zu haben, indem das Fehlende immer durch gehöriges Rücken ersetzt werden kann. Der Künstler wird daher unter mehreren Linsen diejenige auswählen, welche sich für ein bestimmtes Objectiv am besten bewährt. Ein Objectiv von 1 Zoll Brennweite aus den gewöhnlichen Glassorten, nach obiger Maxime ausgeführt, wird eine Correctionslinse von 9 bis 12 Linien Krümmung in etwa 20‴ Abstand vom Objetive erfordern, wenn das Bild 10 Zoll vom Objective abstehen soll.

Dagegen bemerkt Hr. Nobert in seinem trefflichen Aufsatze in Bd. 67, St. 2 dieser Annalen, dafs bei seinen Versuchen mein Vorschlag sich nicht bewährt habe. Wenn bei jenen Versuchen eine der angewandten Correctionslinsen nothwendig hätte passen müssen, so wäre damit der Beweis geliefert, dafs für das Mikroskop alle nach der bisherigen Theorie geführten Rechnungen unfruchtbar wären, und dafs durch die Combination dreier Objective, wie sie eben die Versuche bewähren, Vortheile erreicht werden,

1) Wenn man kleinere Krümmungen nicht scheut, so läfst sich eine solche Construction der Linse angeben, bei welcher sogar die Farbenzerstreuung der Randstrahlen vermindert wird.

über welche unsere Theorie noch keinen Aufschlufs giebt. Ich bemerke aber noch dazu, dafs meine Correctionslinse nach der oben beschriebenen Zusammenstellung nur solche Abweichungen hebt, wo die Focalweite der Randstrahlen kürzer ist, als die der Strahlen nahe am Centrum. Anders aber verhält sich die Sache, wenn man ein Objectiv aus zwei achromatischen Linsen anwendet, doch unterliefs ich in meinem früheren Aufsatze die nähere Erörterung darüber, einmal, weil ich dort nur den Gedanken anregen wollte, und dann auch, weil ich glaubte, dafs ein einfaches Objectiv von sehr hoher Deutlichkeit mit Hülfe stärkerer Oculare allen Anforderungen genügen würde. Verbindet man zwei Objective, so geht die Abweichung leicht in die entgegengesetzte über, und die obige Correctionslinse macht die Sache schlimmer. Wenn beide Objective, für welche ich gleichgekrümmte gleichseitige Kronglaslinsen voraussetze, ihre Flintgläser nach dem Objecte kehren, und so berechnet sind, dafs die eine von dem achromatischen Bilde der anderen wieder ein achromatisches Bild giebt, so haben die am Rande durchgehenden Strahlen eine längere Vereinigungsweite als die Centralstrahlen, und dann müssen die Linsen des Correctionssystems folgende Lage haben: nächst dem Objective die Planconvexlinse, dann die Planconcavlinse, die ebenen Flächen beider dem Objective zugekehrt. Beide Systeme corrigiren auch dann noch, wenn man sie umwendet, aber dann sind stärkere Krümmungen bei gleichem Abstande vom Objective erforderlich. So läfst sich behaupten, dafs zwei solche Correctionslinsen immer die sphärische Aberration heben, wenn man sie nur gehörig verbindet und ihre Krümmung eine gewisse Gröfse nicht überschreitet. Kann man bei keiner Lage der beiden corrigirenden Linsen eine Verbesserung des Bildes erhalten, so ist diefs ein Beweis, dafs das Objectiv von der Kugelabweichung frei ist.

Diese zweite Bemerkung wollte ich zu meinem früheren Vorschlage, von dem ich, bis nicht Versuche das Gegentheil dargethan haben, für die Vollendung des Mikros-

Digitized by Google

kops sehr viel hoffe, hinzugefügt haben. Dafs die Sache durch sorgsame Rechnungen unter Berücksichtigung aller Umstände geprüft worden ist, brauche ich wohl kaum zu bemerken.

IX. *Untersuchung über den Einflufs, welchen die Anzahl und das Verweilen der in der Sonnenscheibe beobachteten Flecke auf die Temperaturen an der Erde ausüben können;*
von Hrn. Alfred Gautier in Genf.

(*Ann. de chim. et de phys. Ser. III, T. XII, p.* 57.)

Der Aufsatz, welchen Hr. Heinrich Schwabe, zu Dessau, im Februar 1844 in den Astronomischen Nachrichten, No. 495, über die Anzahl der von ihm in den Jahren 1826 bis 1843 beobachteten Gruppen von Sonnenflecken, so wie über die Zahl der von ihm aufgezeichneten fleckenfreien Tage bekannt gemacht, hat in mir den Wunsch erregt, diese Zahlen mit den in denselben Jahren an verschiedenen Orten beobachteten Mitteltemperaturen zu vergleichen, um zu sehen, ob das Erscheinen der Sonnenflecke einen Einflufs auf die irdischen Temperaturen ausübe. Bekanntlich lassen Sir Wilhelm Herschel's Untersuchungen über diesen Gegenstand glauben, dafs die Sonne desto mehr Wärme aussendet, je mehr Flecke sie zeigt; und jeder Ausspruch dieses grofsen Beobachters verdient die ernstlichste Beachtung [1]).

Die Reihe der Beobachtungen des Hrn. Schwabe ist vielleicht die erste dieser Art, welche, vermöge ihrer Länge und Vollständigkeit, eine Grundlage darbietet, auf welche es möglich ist, sich bei einem Versuche zur Lösung dieser

1) Man lese die *Analyse historique de la vie et des travaux de* Sir William Herschel, von Arago im *Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1842, *p.* 518.

Digitized by Google

Aufgabe zu stützen. Hr. Schwabe ist den Astronomen durch andere feine Beobachtungen wohl bekannt, z. B. durch die über die excentrische Lage des Saturnringes gegen seinen Planeten, und über den Encke'schen Planeten bei seinem Erscheinen i. J. 1838; allein es sind vorzugsweise die Sonnenflecke, welche er verfolgt, und achtzehn Jahre lang durchschnittlich an 252 Tagen im Jahre beobachtet hat. Während dieses Zeitraums fallen die Extreme in der Zahl der jährlichen Beobachtungstage auf 1843, wo diese Zahl sich auf 324 Tage beläuft, und auf 1837, wo sie nur 168 Tage beträgt. Hr. Schwabe hat seine Beobachtungen mit zwei Fraunhofer'schen Fernröhren von $3\frac{1}{2}$ und von 6 Fuſs Brennweite angestellt, insgemein bei 45- und 64maliger Vergröſserung. In der Regel hat er die Fernröhre bis auf eine Oeffnung von $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Zoll abgeblendet, theils um das Zerspringen der Sonnengläser zu verhüten, theils um dieselben von hellerer Farbe anwenden zu können. Gewöhnlich nimmt er gelbe, grüne oder blaue Gläser. In mehren Bänden von Schumacher's *Astronomischen Nachrichten* findet man interessante Berichte von Hrn. Schwabe über seine Sonnenbeobachtungen [1]); allein er scheint sich noch nicht damit befaſst zu haben, seine Resultate mit den irdischen Temperaturen zu vergleichen, und meines Wissens ist Hr. Arago der einzige Astronom, der seit Sir Wilhelm Herschel die Aufmerksamkeit der Beobachter auf diesen Gegenstand hingelenkt hat [2]). Vergleiche dieser Art lassen sich gegenwärtig, wegen der gröſseren Zahl von Orten, wo regelmäſsige Thermometerbeobachtungen gemacht werden, viel leichter und in ausgedehnterem Maaſse anstellen, als zu Herschel's Zeiten.

Wirft man einen Blick auf Hrn. Schwabe's Tafel der jährlichen Anzahl von Fleckengruppen und von fleckenlosen Tagen, eine Tafel, die ich am Schlusse unter No. 1,

1) Namentlich im 15. Bande, S. 246. *P.*

2) S. die von Hrn. Arago in verschiedenen Bänden der *Ann. de chim. et de phys.* veröffentlichten meteorologischen Uebersichten.

Digitized by Google

eingetheilt in Abschnitte und versehen mit noch einigen Kolumnen, wiedergegeben habe, so wird man bemerken, dafs das Jahr 1828, welches in der nördlichen Hemisphäre ein heifses war, einen Ueberflufs von Flecken (225 grofse) und eine gänzliche Abwesenheit fleckenloser Tage aufzuweisen hatte, dafs dagegen im Jahr 1834, welches, wenigstens in Europa, ebenfalls sehr heifs war, von Hrn. Schwabe nur 51 Fleckengruppen und 120 fleckenlose Tage beobachtet wurden. Auch die kalten Jahre 1829 und 1838 waren sehr reich an Flecken; Hr. Schwabe führt keinen Beobachtungstag an, wo sich nicht welche gezeigt hätten. Er bemerkte während des Zeitraums, den seine Beobachtungen umfassen, eine Art von Periodicität in dem Phänomen. Nach fünf bis sechs auf einander folgenden Jahren, wo die Zahl der Fleckengruppen sehr bedeutend und die der fleckenlosen Tage fast oder ganz Null war, sah er wiederum drei oder vier Jahre folgen, wo sich merklich weniger Gruppen und weit mehr fleckenlose Tage zeigten; dann kam wiederum eine Reihe von Jahren mit reichlichen Flecken, und so fort. Aus seiner allgemeinen Tafel folgt, dafs das Jahr 1826, in welchem er seine Sonnenbeobachtungen anfing, keine sehr grofse Zahl von Fleckengruppen (118) und unter 277 Beobachtungstagen nur 22 fleckenlose darbot. Die fünf folgenden Jahre, 1827 bis 1831 zeigten dagegen fast keinen Tag ohne Flecken, und die Zahl der Fleckengruppen belief sich durchschnittlich auf 185 im Jahre. In den vier Jahren 1832 bis 1835 beobachtete Hr. Schwabe im Mittel jährlich nur 85 Fleckengruppen und 81 fleckenlose Tage. Die vier Jahre 1836 bis 1839 zeigte sich die Sonne an keinem Beobachtungstage ohne Flecke, und im J. 1840 gab es nur drei fleckenfreie Tage. Die Mittelzahl der Flecke in diesen fünf Jahren war jährlich 240. Endlich zeigten die drei letzten Jahre, 1841 bis 1843, durchschnittlich 76 fleckenlose Tage und 68 Fleckengruppen im Jahre.

Untersuchen wir nun, welche Temperaturen während dieser Intervalle herrschten. Ich habe mir nur die von *Paris*, *Genf* und dem *Grofsen Bernhard* verschaffen können,

Digitized by Google

welche die ganze Periode von 18 Jahren umfassen. Die jährlichen Mittel derselben habe ich in der Tafel No. 1, am Schlusse, aufgeführt. Ich verdanke auch der reichen Sammlung von thermometrischen Resultaten, welche die Abhandlungen des Hrn. Dove in den *Denkschriften der Berliner Academie* für 1838 und 1839 enthalten, die Temperaturen eines guten Theils jener Jahre für eine grofse Anzahl anderer Stationen in Europa und den Vereinigten Staaten, und habe daraus die Tafel No. II gebildet.

Zuvörderst mufs ich bemerken, dafs die Mitte der drei ersten kleinen Gruppen oder Abschnitte der oben angegebenen Jahre, welche ich mit (*a*), (*b*) und (*c*) bezeichnen werde, ein Jahr darbietet, welches für die Gruppe, der es angehört, gleichsam charakteristisch ist. Für den ersten und dritten Abschnitt sind es die sehr kalten Jahre 1829 und 1838; für den zweiten ist es das in Europa sehr heifse Jahr 1834, und für den vierten das in Paris sehr heifse Jahr 1834.

Zu *Paris* war die jährliche Mitteltemperatur für die Jahre 1827 bis 1831, welche den Abschnitt (*a*) bilden 10°,71 C.

Die für die Jahre 1832 bis 1835 oder den Abschnitt (*b*) 11°,06 C.

Die für die Jahre 1836 bis 1840 oder den Abschnitt (*c*) 10°,31 C.

Endlich läfst sich aus den drei Jahren 1841 bis 1843, und aus dem Jahre 1826, welches mit ihnen, in Bezug auf die Flecke, gleiche Charaktere darbietet, ein vierter Abschnitt (*d*) bilden. Die jährliche Mittelzahl der Fleckengruppen in diesen vier Jahren ist 81 und die der fleckenlosen Tage 62. Die diesem Abschnitt (*d*) entsprechende Mitteltemperatur zu Paris war 11°,24 C.

Nimmt man demnach die Mitteltemperatur von Paris für die zehn Jahre (*a*) und (*c*), in denen es fast beständig Flecken auf der Sonne

Digitized by Google

gab, und Hr. Schwabe durchschnittlich 212 Gruppen im Jahre beobachtete, so findet man 10°,51 C.

Dagegen zeigen die acht Jahre (*b*) und (*d*), in denen die jährliche Mittelzahl der beobachteten Fleckengruppen nur 83, und die der fleckenlose Tage nur 72 betrug, die mittlere Temperatur: 11°,15 C.

Der Unterschied beträgt, wie man sieht, 0°,64 C.

oder etwas mehr als einen halben Grad in dem der Meinung Herschel's widersprechenden Sinne.

Zu *Genf* waren die mittleren Jahrestemperaturen respective, für den

Abschnitt (*a*)	9°,65 C.	Abschnitt (*b*)	10°,11 C.
Abschnitt (*c*)	9 ,02 -	Abschnitt (*d*)	9 ,21 -
Mittel	9°,33 C.	Mittel	9°,66 C.

Der Unterschied betrug also 0°,33 oder ein Drittel-Grad, in demselben Sinne wie zu Paris.

An beiden Orten macht sich in der Anzahl der Fleckengruppen und der Temperatur ein gewisser Grad von Proportionalität bemerklich. So waren die Jahre des Abschnitts (*c*), welche mehr Fleckengruppen als die des Abschnitts (*a*) hatten, auch etwas kälter als diese. Aber das Jahr 1828 ist in dieser Beziehung anomal, denn es war im Allgemeinen heifs, obwohl es 225 Fleckengruppen darbot, und Hr. Schwabe keinen Tag ohne Flecken fand. Das Jahr 1831 ist auch ein wenig in diesem Fall, aber die Zahl der Fleckengruppen darin betrug nur 149. Zu Genf kann die Kleinheit der Mittel von (*c*) und (*d*) in Bezug auf die von (*a*) und (*b*) zum Theil davon herrühren, dafs daselbst die Lage des meteorologischen Observatoriums seit 1836 ein wenig geändert wurde. Zu Genf, wie zu Paris, war, während des ganzen achtzehnjährigen Zeitraums, das kälteste Jahr: 1829, das heifseste: 1834. Der Unterschied zwischen diesen beiden Jahren betrug zu Paris: 2°,38, und zu Genf: 2°,73. In dem ersteren dieser Jahre zählte Hr. Schwabe 199 Fleckengruppen und keine fleckenlosen Beob-

Digitized by Google

achtungstage, in dem zweiten nur 51 Gruppen und 120 fleckenfreie Tage.

Auch auf dem *grofsen St. Bernhard* sind die Jahre der Maximal- und Minimal-Temperatur die nämlichen, und der Unterschied zwischen ihnen beträgt, wie zu Paris, 2°,37 C.

Die Mitteltemperatur auf dem Bernhard war für den:

Abschnitt (*a*)	—1°,39 C.	Abschnitt (*b*)	—0°,87 C.
Abschnitt (*c*)	—1 ,22 -	Abschnitt (*d*)	—1 ,37 -
Mittel	—1°,3 C.	Mittel	—1°,12 C.

Der Unterschied ist von gleichem Sinne wie die vorhergehenden, beträgt aber nur 0°,18 oder kaum ein Fünftel-Grad. Es wäre übrigens nicht wunderbar, wenn die Verdünnung der Luft, die schon an dieser Station stattfindet, die etwaigen Unterschiede der Wärmewirkung der Sonne in den jährlichen Temperaturen weniger merklich machte, selbst wenn der unmittelbare Effect dieser Wirkung etwas entschiedener seyn müfste.

Ich gehe nun zu den Stationen über, für welche mir nur eine kleine Zahl an Jahren von Thermometerbeobachtungen zu Gebote standen. Ich habe in der Tafel II die Stationen in Europa und die in Amerika getrennt betrachtet, und sie, nach der geogr. Breite, von Norden nach Süden geordnet. Deren in Europa sind 33, von Island bis Italien, oder von 64° bis 44° N. Breite; sie umfassen durchschnittlich 11 Jahre Beobachtungen, von denen etwa fünf solche sind, die eine ziemlich grofse Anzahl fleckenloser Tage zeigten, und sechs, in denen Hr. Schwabe immer Flecke beobachtete. Die Zahl der Jahre war in der ersten Klasse niemals kleiner als drei, und in der zweiten als fünf. Der mittlere Unterschied der Jahrestemperaturen dieser beiden Klassen von Jahren beläuft sich auf 0°,565 C. in demselben Sinne wie die früheren, und nähert sich sehr dem oben für Paris aus 18jährigen Beobachtungen gefundenen Resultat.

Unter den 33 Stationen sind nur zwei, die erste und die letzte der Tafel, welche Resultate im entgegengesetzten oder negativen Sinne gaben, nämlich *Reikiavig* in Island,

und

Digitized by Google

und *Parma* in Italien. Zu *Reikiavig* gaben, nach 11jährigen Beobachtungen, von 1826 bis 1835, die fünf Jahre der ersten Klasse die mittlere Jahrestemperatur um 1°,07 C. niedriger als das Mittel der sechs Jahre der zweiten Klasse, und diefs rührt hauptsächlich davon her, dafs, nach den von Hrn. Dove beigebrachten Werthen, an dieser Station das Jahr 1828 ein aufserordentlich heifses, das Jahr 1834 aber daselbst kein heifses war. Was *Parma* betrifft, so habe ich die Resultate 14jähriger Beobachtungen, von 1826 bis 1839, benutzt, welche Colla in seinen *Annuaires astronomiques* mittheilt. Die fünf Jahre der ersten Klasse gaben daselbst die Mitteltemperatur 0°,45 niedriger als die der neun Jahre der zweiten Klasse, und diefs entspringt daraus, dafs zu *Parma*, nach diesen Beobachtungen, die Jahre 1830 und 1831 sehr heifs, und heifser als 1834 waren, das Jahr 1826 dagegen ungewöhnlich kalt ausfiel.

Die Beobachtungen von Mailand, von denen ich, theils aus der Arbeit des Hrn. Dove, theils aus der *Biblioteca italiana* entlehnt, siebzehn Jahrgänge, 1826 bis 1842, vereinigt habe, gaben mir einen Unterschied fast Null, indem das Jahr 1834 ein wenig heifses war, ihm Jahre derselben Art vorangingen, und einige kalte Jahre folgten.

Was die europäischen Stationen in Tafel II betrifft, so war unter denen, wo der mittlere Unterschied der Temperaturen im gewöhnlichen oder positiven Sinne stattfand, dieser Unterschied am merklichsten bei folgenden:

Der Unterschied der Mitteltemperaturen beider Klassen von Jahren belief sich

zu Regensburg	nach 9 jähr. Beob. auf	+1°,24 C.
- Helsingfors	- 11 - - -	1 ,15 -
- Edinburg	- 15 - - -	1 ,05 -
- Basel	- 9 - - -	0 ,98 -
- Zittau	- 10 - - -	0 ,97 -
- Danzig	- 13 - - -	0 ,96 -
- Smetschna (Böhmen)	- 8 - - -	0 ,96 -
- Berlin	- 14 - - -	0 ,94 -
- Bern	- 10 - - -	0 ,90 -

Digitized by Google

Der zweite Theil der Tafel II umfafst neun und zwanzig, in den Vereinigten Staaten und in Canada zwischen 45°,5 und 39°,5 N. Br. liegende Stationen, für deren jede ich aus den Abhandlungen des Hrn. Dove durchschnittlich 11 jährige Beobachtungen entnehmen konnte. Die fleckenärmeren Jahre finden sich darunter in geringerer Anzahl als die übrigen; allein ich habe in die Tafel nur diejenigen Stationen aufgenommen, wo die Beobachtungen wenigstens drei von diesen der ersten Klasse angehörigen Jahre umfassen. Da in Nordamerika das Jahr 1834 nicht sehr heifs war, während es 1828 und 1830 waren, so folgt, dafs die Mitteltemperatur der Jahre des Abschnitts (*a*) insgemein höher ist als die von (*b*). Der Abschnitt (*c*), bestehend aus Jahren mit noch mehr Flecken als die des Abschnitts (*a*), zeigt im Allgemeinen an diesen Stationen wie in Europa eine niedrigere Mitteltemperatur als (*b*). Was die Temperaturen der Gruppe (*d*) betrifft, so fehlten sie mir, bis auf das Jahr 1826, welches in Amerika, wie in Europa, ein ziemlich heifses war.

Aus diesen verschiedenen Umständen folgt, dafs für eine ziemlich grofse Anzahl amerikanischer Stationen, deren Beobachtungen mir zu Gebote standen, die Temperatur der fleckenreicheren oder zur zweiten Klasse gehörigen Jahre durchschnittlich etwas höher ist als die der fleckenärmeren oder zur ersten Klasse gehörenden Jahre, so dafs der Unterschied zwischen diesen Mitteln zu denen gehört, die ich mit dem negativen Zeichen versehen habe. Aus der Tafel ist ersichtlich, dafs unter 29 Stationen 11 in diesem Falle sind. Diese 11 Stationen geben im Mittel einen Unterschied von —0°,75 F. oder —0°,42 C.; während bei den übrigen 18 der mittlere Unterschied beträgt +0°,63 F. oder +0°,35 C.

Aus Allem, was ich so eben dargelegt, scheint es mir einige Wahrscheinlichkeit zu haben, dafs unter den in diesem Aufsatz besprochenen Jahren, diejenigen, welche eine gröfsere Zahl von Sonnenflecken und fast keinen fleckenlosen Tag darboten, durchschnittlich etwas minder heifs

waren, als die, welche weniger Flecken und mehr fleckenlose Tage zeigten. Allein es scheint mir auch, daſs noch eine gröſsere Zahl von Stationen und von Beobachtungszahlen nöthig ist, bevor man entscheiden kann, ob zwischen diesen Phänomenen eine stete Beziehung stattfinde oder nicht.

Sehr wünschenswerth ist, daſs Hr. Schwabe seine Beobachtungen der Sonnenflecke fortsetze und Zöglinge bilde, die das von ihm angewandte Verfahren beibehalten, damit deren Beobachtungen mit den seinigen vergleichbar seyen. Die Schätzung der Anzahl von Fleckengruppen hat oft, wenn gleichzeitig mehre neben einander auf der Sonnenscheibe sichtbar sind, einige Schwierigkeit, und kann von verschiedenen Beobachtern verschiedenartig ausgeführt werden. Hr. Schwabe selbst hat gefunden, daſs man, wenn groſse Fleckenhaufen vorhanden sind, geneigt ist, eine zu kleine Zahl von Gruppen anzugeben, während man bisweilen eine zu groſse Anzahl zählt, wenn deren weniger sind, weil man im ersten Fall verleitet wird, mehre Gruppen in eine einzige zu vereinigen, während im zweiten, vermöge des Verschwindens einiger Flecke, eine einzige Gruppe sich in zwei zertheilen kann. Auch empfiehlt er der Zahl von Gruppen noch die der fleckenlose Tage hinzuzufügen, damit man das Phänomen vollständiger beurtheilen könne. Die Art von Periodicität, welche er in dem Erscheinen der Flecke gefunden hat, ist eine sehr sonderbare Thatsache. Die Zukunft, sagt er, wird uns lehren, ob diese Periodicität anhaltend seyn werde, die das Minimum der Flecken hervorbringende Kraft ein oder zwei Jahre dauere, und ob diese Kraft schneller zu- als abnehme.

Tafel I.

Unterschied der jährlichen Mitteltemperaturen beobachtet an verschiedenen Orten Europa's und Nordamerika's in Jahren mit fleckenlosen Tagen und in Jahren mit verweilenden Sonnenflecken.

Europa.

Beobachtungsorte nach der Breite geordnet.	Zahl d. Jahre v. Temperaturbeobacht. Jahre mit: fleckenlosen Tag.	constant. Flecken.	Mittl. Temp.-Unterschied beider Jahresklassen. C°.
Reikiavig	5	6	—1,07
Helsingfors	4	7	+1,15
Petersburg	4	5	+0,68
Stromneſs	4	6	+0,20
Clunie-Manse	5	5	+0,15
Kinfauns-Castle	4	9	+0,70
Edinburgh	5	10	+1,05
Applegarth-Manse	4	8	+0,80
Danzig	5	8	+0,96
Kendal	4	7	+0,29
Bremen	4	7	+0,84
Berlin	5	9	+0,94
Harlem	5	5	+0,71
Salzufflen	5	6	+0,51
Arolsen	5	7	+0,70
London	4	8	+0,73
Dresden	5	7	+0,81
Zittau	4	6	+0,97
Brüssel	5	5	+0,76
Maestricht	3	5	+0,10
Hohenelb	5	5	+0,26
Smetschna	3	5	+0,96
Prag	5	5	+0,83
Landskron	4	5	+0,33
Regensburg	4	5	+1,24
Stuttgart	5	7	+0,50
Hohenfurth	4	5	+0,44
München	5	5	+0,35
Basel	4	5	+0,98
Bern	5	5	+0,90
Mailand	7	10	+0,01
St. Jean de Maurienne	5	7	+0,33
Parma	5	9	—0,45
Mittel	4,5	6,5	+0,565

Nord-Amerika.

Beobachtungsorte nach der Breite geordnet.	Zahl d. Jahre v. Temperaturbeobacht. Jahre mit: fleckenlosen Tag.	constant. Flecken.	Mittl. Temp.-Unterschied beider Jahresklassen. F°.
I. Orte mit negat. Unterschied.			
Montreal	5	5	—1,40
St. Lawrence	4	8	—0,62
Louville	4	7	—0,47
Concord	4	4	—1,72
Utica	5	9	—0,68
Cambridge-Washington	4	9	—0,35
Johnstown	3	6	—0,38
Pompey	4	9	—0,52
Lasinburgh	5	8	—0,22
Redhook	4	5	—0,70
Marietta	4	5	—1,15
Mittel	4,2	6,8	—0,75
II. Orte mit posit. Unterschied.			
Rochester	3	5	+1,79
Fairfield	3	7	+1,37
Onandaga	3	7	+1,09
Auburn	4	7	+0,72
Canandigua	4	8	+0,36
Middleburg	5	6	+0,43
Hamilton	3	7	+0,19
Cherry Valley	4	7	+0,35
Hartwick	3	8	+0,18
Oxford	4	7	+0,84
Albany	5	8	+0,40
Kinderhook	4	6	+0,47
Kingston	4	7	+1,05
Montgomery	4	8	+0,24
Newburgh	4	7	+0,84
Clinton	4	9	+0,35
Union-Hall	5	9	+0,76
Erasmus-Hall	5	9	+0,69
Mittel	4	7,3	+0,63
Mittel aus Beiden	4	7	+0,11

Digitized by Google

Tafel II.

Anzahl der Gruppen von Sonnenflecken und der fleckenlosen Tage, die Hr. Schwabe von 1826 bis 1843 jährlich beobachtete; nebst Mitteltemperaturen von Paris, Genf und dem grofsen Bernhard.

Abschnitte der Jahre.	Jahre.	Anzahl der			Jährliche Mitteltemperatur in Centigraden.		
		Beob-achtungs-tage.	beob. Flecken-gruppen.	flecken-lose Tage.	Paris.	Genf.	Bernhard.
(a)	1827	273	161	2	10°,89	10°,89	—2°,24
	1828	282	225		11 ,47	10 ,56	—0 ,26
	1829	244	199		9 ,35	8 ,41	—2 ,36
	1830	217	190	1	10 ,16	9 ,09	—1 ,24
	1831	239	149	3	11 ,70	10 ,13	—0 ,85
Mittel		251	185	1	10°,71	9°,65	—1°,39
(b)	1832	270	84	49	10°,81	9°,74	—0°,95
	1833	267	33	139	10 ,94	10 ,25	—1 ,21
	1834	273	51	120	11 ,73	11 ,14	+0 ,01
	1835	244	173	18	10 ,77	9 ,33	—1 ,36
Mittel		263	85	81	11°,06	10°,11	—0°,88
(c)	1836	200	272		10°,78	9°,47	—1°,09
	1837	168	333		10 ,06	8 ,71	—1 ,67
	1838	202	282		9 ,55	8 ,50	—1 ,23
	1839	205	162		10 ,86	9 ,67	—0 ,75
	1840	263	152	3	10 ,31	8 ,73	—1 ,38
Mittel		208	240	1	10°,31	9°,02	—1°,22
(d)	1826	277	118	22	11°,23	9°,78	—2°,12
	1841	283	102	15	11 ,02	9 ,39	—1 ,18
	1842	307	68	64	11 ,27	8 ,65	—1 ,25
	1843	324	34	149	11 ,44	9 ,02	—0 ,94
Mittel		298	81	62	11°,24	9°,21	—1°,37

Digitized by Google

X. *Versuche über die Sonnenflecke.*

Der eben geschlossene Aufsatz des Hrn. Gautier hat Hrn. Professor Henry, zu Princeton in den Vereinigten Staaten, auf den Gedanken gebracht, das mittelst eines Fernrohrs auf einen Schirm projicirte Sonnenbild einer thermischen Untersuchung zu unterwerfen; er hat dieselbe gemeinschaftlich mit Professor Alexander ausgeführt, und darüber der *American Philosophical Society* in ihrer Sitzung am 20. Juni 1845 folgende Mittheilung gemacht.

Die ersten Versuche wurden am 4. Jan. 1845 unternommen. Einige Tage zuvor hatte Hr. Alexander einen sehr grofsen Fleck, mehr als 10000 engl. Meil. im Durchmesser haltend, nahe in der Mitte der Sonnenscheibe beobachtet. Um ein Bild von diesem Fleck zu erhalten, wurde ein Fernrohr von 4 Zoll Oeffnung und 4½ Fufs Brennweite in dem Fensterladen eines dunklen Zimmers befestigt, und dahinter ein Schirm aufgestellt, um das Bild aufzufangen. Das Instrument (d. h. die Thermosäule) ward hinter dem Schirm aufgestellt, mit seinem Ende etwas hervorragend aus einem eigends dazu gemachten Loche, auf welches durch eine kleine Bewegung des Fernrohrs das Bild des Flecks geworfen wurde. Der Fleck war deutlich begränzt, so dafs er hätte leicht daguerreotypirt werden können, wenn das Fernrohr mit einer Aequatorial-Bewegung versehen gewesen wäre. Der Halbschatten des Flecks, wie er auf dem Schirm erschien, hatte die Gestalt eines unregelmäfsigen Oblongs, etwa 2 Zoll lang und anderthalb Zoll breit. Der dunkle centrale Fleck, innerhalb des Halbschattens, war beinahe quadratisch, und hielt etwa drei Viertelzoll in Seite, ein wenig mehr als das Ende der Thermosäule.

Das Beobachtungsverfahren bestand darin, dafs man z. B. erstlich einen hellen Theil des Sonnenbildes auf das Ende der Säule fallen liefs, die Ablenkung der Galvanometernadel aufzeichnete, und dann das Fernrohr ein wenig rückte,

Digitized by Google

um den dunklen Theil des Flecks auf die Säule zu bringen, worauf man die Ablesung der Nadel wiederholte. Bei der nächsten Versuchsreihe wurde die Ordnung umgekehrt, das Bild des Flecks ward zuerst mit der Säule in Berührung gebracht, und darauf ein neues Stück der hellen Scheibe.

Der hiebei angewandte thermo-elektrische Apparat war von Ruhmkorff in Paris angefertigt, und um das Galvanometer noch empfindlicher zu machen, waren zwei Magnetstäbe wie die Schenkel eines nach unten geöffneten Zirkels mit einander verbunden, und in einer senkrechten Ebene über der Nadel angebracht, so, daſs durch Vergröſserung oder Verringerung des Winkels die Richtkraft der Nadel verstärkt oder geschwächt, folglich die Empfindlichkeit des Instruments verändert und der Nullpunkt nach Belieben verschoben werden konnte.

Um den Temperaturunterschied noch entschiedener hervortreten zu lassen, wurden bei den gegenwärtigen Versuchen, nachdem die Nadel durch die Sonnenwärme abgelenkt worden war, die oben erwähnten Magnetstäbe so gestellt, daſs sie die Nadel nahe auf den Nullpunkt zurücktreiben muſsten, so daſs dieselbe in dieser Stellung den Maximum-Effect irgend einer Veränderung des elektrischen Stroms erlitte.

Zwölf Beobachtungsreihen, am ersten Tage gemacht, gaben, bis auf eine, sämmtlich dasselbe Resultat, nämlich: *daſs der Fleck weniger Wärme aussendet, als die umgebenden Theile der hellen Scheibe.* Folgendes sind die abgelesenen Galvanometergrade:

Fleck	3° ¼	Fleck	2°
Sonne	4 ½	Sonne	2 ¼
Sonne	3	Sonne	1 ¼
Fleck	1 ¾	Fleck	0
Fleck	2	Sonne	5 ¼
Sonne	3	Fleck	4
Sonne	2 ½	Fleck	4 ½
Fleck	2	Sonne	5

Digitized by Google

Sonne	4° ½	Fleck	0° ¾
Fleck	3 ¾	Sonne	2 ½
Sonne	2	Fleck	4 ¾
Fleck	3 ¼ [1])	Sonne	5

Die Aenderung der Temperatur während der Zeit zwischen den Beobachtungen hat ihren Grund in Temperaturveränderungen des Zimmers, die auf die beiden Enden der Säule ungleich einwirkten.

Wegen bedeckten Wetters konnte vor dem 10. Jan. keine neue Beobachtungsreihe erhalten werden. An diesem Tage zeigte sich der Fleck sehr verändert. Der Halbschatten hatte zwar in der einen Richtung seine Dimensionen behalten, war aber in der andern viel schmäler geworden, und der dunkle Theil war in zwei kleinere zerfallen. Auch war der Himmel nicht vollkommen klar, und deshalb fielen die Resultate nicht so befriedigend aus, wie bei den früheren Beobachtungen. In der Hauptsache waren sie aber jenen gleich, ergaben nämlich für die Flecke eine geringere Wärme.

Bedeckter Himmel hinderte an ferneren Beobachtungen über die Wärme der Sonne an verschiedenen Theilen, namentlich in der Mitte und am Umfang, deren Temperatur zu vergleichen für die Frage von der Atmosphäre der Sonne von Wichtigkeit seyn würde. Die Beobachtungen werden indeſs fortgesetzt, und ihre Resultate, sollten sie von Interesse seyn, der Gesellschaft mitgetheilt werden. (*Phil. Magazine, Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 230.)

1) Bei dieser Beobachtung ging wahrscheinlich eine schwache Wolke vorüber der Sonne.

Digitized by Google

XI. *Neunzehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von Michael Faraday.*

(Nach dem im *Phil. Mag. Ser. III, Vol. XXVIII, p.* 294, gegebenen Abdruck aus den *Phil. Transact. f.* 1846, *pt. I.*)

---

§. 26. Ueber die Magnetisirung des Lichts und die Beleuchtung der Magnetkraftlinien [1]).

I. Wirkung der Magnete auf Licht.

2146) Seit lange habe ich, vermuthlich mit vielen anderen Freunden der Naturkunde, die an Ueberzeugung strei-

1) Der Titel dieses Aufsatzes hat, wie ich höre, Manchem zu einem Miſsverständnisse hinsichtlich seines Inhaltes Anlaſs gegeben, und ich nehme mir daher die Freiheit diese erläuternde Note beizufügen. Ohne die Hypothese von einem Aether, oder die Corpuscular- oder irgend eine sonstige Ansicht über die Natur des Lichts anzunehmen oder zu verwerfen, ist meines Erachtens von einem Lichtstrahl wirklich nichts mehr bekannt, als von einer Linie der elektrischen oder magnetischen Kraft, oder selbst der Schwerkraft, auſser als er und sie in und durch Substanzen manifestirt werden. Ich glaube daher, daſs bei den von mir in diesem Aufsatz beschriebenen Versuchen das Licht magnetisch afficirt worden ist, d. h. daſs das, was in den Kräften der Materie magnetisch ist, afficirt worden, und andererseits das, was in der Kraft des Lichts wahrhaft magnetisch ist, afficirt hat. Mit dem Worte magnetisch umfasse ich hier die besonderen Aeuſserungen der Kraft eines Magneten, sie mögen in magnetischen oder diamagnetischen Körpern auftreten. Der Ausdruck: „*Beleuchtung der Magnetkraftlinien*", ist so verstanden, als sagte er, ich hätte diese Linien leuchtend gemacht. Das kam mir nicht in den Sinn. Ich wollte damit nur sagen, daſs die Magnetkraftlinie beleuchtet war, wie es die Erde von der Sonne, oder das Fadenkreuz eines Fernrohrs von der Lampe wird. Bei Anwendung eines Lichtstrahls können wir *mit dem Auge* die Richtung der magnetischen Linien in einem Körper angeben, und durch Abänderung des Strahls und seiner optischen Wirkung auf das Auge können wir die Bahn dieser Linien sehen, gerade so wie wir den Verlauf eines Glasfadens oder eines anderen durchsichtigen Körpers wahrnehmen können, wenn er durch das Licht sichtbar gemacht ist. Und dieſs verstand ich unter *Beleuchtung*, wie es der Aufsatz vollends erklären wird. — 1845, Dec. 15. M. F.

Digitized by Google

fende Meinung gehegt, dafs die verschiedenen Formen, unter denen die Kräfte der Materie auftreten, einen gemeinschaftlichen Ursprung haben, oder, mit anderen Worten, so in directem Zusammenhange und gegenseitiger Abhängigkeit stehen, dafs sie gleichsam in einander verwandelt werden können, und aequivalente Kräfte in ihren Wirkungen besitzen [1]). In neueren Zeiten sind die Beweise für ihre Umwandelbarkeit in beträchtlichem Maafse gehäuft, und es ist der Anfang gemacht zur Bestimmung ihrer aequivalenten Kräfte.

2147) Diese feste Ueberzeugung, auf die Kräfte des Lichtes ausgedehnt, veranlafsten mich früher zu manchen Anstrengungen, um eine directe Beziehung zwischen Licht und Elektricität, und eine Wechselwirkung derselben auf die ihrem gemeinschaftlichen Einflusse unterworfenen Körper zu entdecken [2]); allein die Resultate derselben waren negativ, und wurden späterhin in dieser Beziehung von Wartmann bestätigt [3]).

2148) Diese vergeblichen Anstrengungen und viele andere, die nie veröffentlicht wurden, konnten indefs meine feste, auf philosophische Betrachtungen gestützte Ueberzeugung nicht erschüttern, und deshalb nahm ich neuerdings die experimentelle Untersuchung in der eifrigsten Weise wieder vor, wobei es mir dann endlich gelang, *einen Lichtstrahl zu magnetisiren und elektrisiren, so wie eine Magnetkraftlinie zu beleuchten.* Ohne in das Detail vieler erfolgloser Versuche einzugehen, will ich die Resultate so kurz und deutlich beschreiben wie ich kann.

2149) Bevor ich jedoch dazu schreite, will ich definiren, welchen Sinn ich mit gewissen Ausdrücken verbinde, die zu gebrauchen ich Gelegenheit haben werde. Unter *Magnetkraftlinie* oder *magnetischer Kraftlinie* (*line of magnetic force* or *magnetic line of force*) oder *magnetischer Curve* verstehe ich

1) Experimental-Untersuchungen, 57, 366, 376, 877, 961, 2071.

2) *Phil. Transact.* 1834. Experimental-Untersuchungen, 951 bis 955.

3) *Archives de l'Electricité, T. II, p.* 596 bis 600.

Digitized by Google

diejenige Aeuſserung (*exercise*) der magnetischen Kraft, welche in den Linien ausgeübt wird, die insgemein magnetische Curven genannt werden, und sowohl bei Magnetpolen zu- und abwärts gehen, als bei einem elektrischen Strome concentrische Kreise bilden. Mit *elektrischer Kraftlinie* meine ich die Kraft, die ausgeübt wird in Linien, welche zwei nach dem Princip der elektrischen Vertheilung (*static electric induction*) auf einander wirkender Körper (1161 etc.) verbinden, und sowohl gerade als krumm seyn können. *Diamagnetica* nenne ich Körper, welche von Magnetkraftlinien durchschnitten werden, und durch deren Wirkung nicht den gewöhnlichen magnetischen Zustand von Eisen oder Magneteisenstein (*loadstone*) annehmen.

2150) Licht von einer Argand'schen Lampe wurde durch Reflexion an einer Glasfläche in horizontaler Ebene polarisirt und dann durch ein Nichols'sches Prisma geleitet, welches zur leichten Untersuchung des Lichts um horizontaler Axe drehbar war. Zwischen dem polarisirenden Spiegel und dem Nichol wurden zwei kräftige Elektromagnetpole aufgestellt, entweder die Pole eines Hufeisen-Magnets oder die entgegengesetzten Pole zweier cylindrischen Magnete. Sie standen in Richtung des Strahls etwa zwei Zoll auseinander, und zwar entweder beide auf einer Seite des polarisirten Strahls, dicht neben ihm, oder zu beiden Seiten desselben, so daſs dieser zwischen ihnen hindurch ging, und ganz oder nahe die Richtung der Magnetkraftlinie hatte (2149). Sonach muſste also eine zwischen die beiden Pole gebrachte durchsichtige Substanz zugleich den polarisirten Lichtstrahl und die Magnetkraftlinien in derselben Richtung durch sich hinlassen.

2151) Vor 16 Jahren machte ich Versuche über ein optisches Glas bekannt [1]), und beschrieb dabei die Darstel-

1) *Philosoph. Transact.* 1830, *pt. I.* (Ann. Bd. 18, S. 515.) — Ich kann nicht unterlassen, bei dieser Gelegenheit Hrn. Anderson zu erwähnen, der bei den Glas-Versuchen als Gehülfe zu mir kam, und seitdem immer im Laboratorium der *Royal Institution* geblieben ist. Er hat mich bei allen seitdem von mir ausgeführten Untersuchungen unter-

Digitized by Google

lung und die Eigenschaften eines schweren Glases, welches, wegen seiner Bestandtheile, kiesel-borsaures Bleioxyd genannt worden ist. Dieses Glas war es, welches mich zuerst auf die Entdeckung des Zusammenhanges zwischen Licht und Magnetismus führte; es übertrifft, um diesen darzuthun, bei weitem alle andere Körper. Der Deutlichkeit wegen will ich zunächst die Erscheinungen beschreiben, wie sie sich bei diesem Glase darbieten.

2152) Ein Stück von diesem Glase, etwa 2 Zoll im Quadrat und 0,5 Zoll dick, mit ebenen und polirten Endflächen wurde, als *diamagnetische Substanz* (2149), so zwischen die (noch nicht durch den elektrischen Strom magnetisirten) Pole gebracht, daſs der polarisirte Strahl es der Länge nach durchlaufen muſste. Das Glas wirkte wie Luft, Wasser oder irgend eine andere indifferente Substanz wirken würde, und wenn der Nichol zuvor in solche Lage gedreht worden, daſs der polarisirte Strahl ausgelöscht, oder vielmehr das von ihm erzeugte Bild unsichtbar war, brachte die Dazwischensetzung dieses Glases in dieser Beziehung keine Aenderung hervor. Unter diesen Umständen wurde die Kraft des Elektromagneten erregt, indem man durch sein Drahtgewinde einen elektrischen Strom sandte; augenblicklich ward das Bild der Lampenflamme sichtbar, und blieb es, so lange als der Strom unterhalten ward. Als man den Strom unterbrach, also die magnetische Kraft verschwinden lieſs, verschwand auch das Licht augenblicks. Diese Erscheinungen konnten nach Belieben in jedem Augenblick erneut werden, und jedesmal zeigte sich eine vollkommene Abhängigkeit zwischen Ursache und Wirkung.

2153) Der bei dieser Gelegenheit angewandte Volta'sche Strom war mittelst fünf Paare von Grove'scher Construction erhalten, und die Elektromagnete hatten eine solche Kraft, daſs die Pole einzeln ein Gewicht von 28 bis 56 Pfund und darüber getragen haben würden. Bei einem schwachen Magnet würde eine Person zum ersten Male nicht im Stande seyn diese Erscheinungen wahrzunehmen.

stützt, und seiner Sorgfalt, Ausdauer, Genauigkeit und Treue in Ausführung aller ihm gegebenen Aufträge habe ich viel zu danken.

2154) Der Charakter der auf die diamagnetische Substanz ausgeübten Kraft ist der einer *Drehung* (*rotation*); denn wenn das Bild der Lampenflamme sichtbar geworden ist, wird eine mehr oder minder starke Drehung des Nichols nach der Rechten oder Linken dasselbe auslöschen, und eine weitere Drehung in der einen oder andern Richtung dasselbe wieder zum Vorschein bringen, und zwar mit complementaren Farben, je nachdem rechts oder links gedreht worden.

2155) Wenn der dem Beobachter nächste Pol ein gezeichneter, d. h. das Nordende einer Magnetnadel war, und der fernste Pol ein ungezeichneter, so ging die Drehung des Strahls rechts, denn der Nichol mufste rechts oder im Sinne eines Uhrzeigers (*clock fashion*) gedreht werden, um den Strahl einzuholen oder das Bild wieder in den früheren Zustand zu versetzen. Wurden die Pole umgekehrt, was durch Umkehrung der Stromesrichtnng augenblicklich gethan war, so änderte sich auch die Drehung und ging nach der Linken, im Betrage gleich der früheren. Für dieselbe *Magnetkraftlinie* (2149) war die Richtung immer dieselbe.

2156) Wenn das Diamagneticum in verschiedene andere Lagen gegen die Magnetpole gebracht ward, waren die Resultate ihrem Betrage nach mehr oder weniger beträchtlich und sehr bestimmt im Charakter. Doch können die eben beschriebenen Erscheinungen als das Hauptbeispiel angesehen werden.

2157) Dieselben Erscheinungen zeigten sich beim kieselborsauren Bleioxyd (2151), ohne Anwendung eines elektrischen Stroms, durch die Wirkung eines guten hufeisenförmigen Stahlmagneten. Die Resultate waren schwach, doch noch hinreichend, um in der Wirkung auf das Licht die volle Einerleiheit zwischen Elektromagneten und gewöhnlichen Magneten darzuthun.

2158) Zwei Magnete wurden endweise (*end-ways*) angewandt, d. h. die Kerne der Elektromagnete waren hohle Eisencylinder, und der polarisirte Lichtstrahl ging längs ihren

Digitized by Google

Axen und durch das zwischen ihnen angebrachte Diamagneticum hinweg: der Effect war derselbe.

2159) Nun wurde blofs ein Pol angewandt, und zwar das eine Ende eines kräftigen cylindrischen Elektromagneten. Befand sich das schwere Glas dicht neben dem Magneten, aber jenseits desselben, zwischen ihm und dem polarisirenden Reflector, so ging die Drehung in der einen Richtung, abhängig von der Natur des Pols. Befand sich dagegen das Diamagneticum dicht neben dem Pol, zwischen ihm und dem Auge, so hatte die Drehung, für denselben Pol, entgegengesetzte Richtung. Wurde der Magnetpol vertauscht, so änderten sich auch diese beiden Richtungen. Wurde dem schweren Glase über oder unter dem Pol eine entsprechende Lage gegeben, so dafs die *magnetischen Curven* das Glas nicht mehr parallel mit dem polarisirten Lichtstrahl durchschnitten, sondern senkrecht auf diesem waren, so erfolgte keine Wirkung. Fig. 32 Taf. I mag diese Fälle erläutern; *a* und *b* stellen darin die ersteren Lagen des Diamagnetismus dar, *c* und *d* die letzteren; die getüpfelte Linie bezeichnet die Bahn des Strahls. Auch wenn das Glas direct an das Ende des Magneten gebracht ward, fand auf einen Strahl, der in der eben beschriebenen Richtung ging, keine Wirkung statt, wiewohl aus dem (2155) Gesagten einleuchtend ist, dafs ein *parallel* den Magnetlinien durch das Glas gehender Strahl afficirt worden wäre.

2160) Magnetlinien also veranlassen kiesel-borsaures Blei und eine grofse Anzahl anderer Substanzen auf einen polarisirten Lichtstrahl zu wirken, wenn sie durch dieselben gehen und dem Strahle parallel sind, oder im Verhältnifs als sie ihm parallel sind. Dagegen findet keine Wirkung derselben statt, wenn sie winkelrecht auf dem Strahle sind. Sie geben dem Diamagneticum das Vermögen den Strahl zu drehen, und das *Gesetz* dieser Wirkung auf das Licht ist: dafs eine Magnetkraftlinie, wenn sie längs einem auf den Beobachter gerichteten Strahle von einem Nordpol *fortgeht* (*going from*) oder von einem Südpol *kommt* (*coming from*) den Strahl nach der Rechten dreht, dage-

Digitized by Google

gen eine **Drehung** desselben nach der Linken bewirkt, wenn sie von einem Nordpol kommt oder von einem Südpol fortgeht.

2161) Wird ein Pfropfen oder Glascylinder, welcher das Diamagneticum vorstellen mag, an den Enden mit den Buchstaben *N* und *S* bezeichnet, um die Pole eines Magneten anzudeuten, Fig. 33 Taf. I, so kann die diese Buchstaben verbindende Linie als die Magnetkraftlinie betrachtet werden; und zieht man dann um den Cylinder eine Linie, versehen mit Pfeilspitzen in der in der Figur angegebenen Richtung, so hat man ein einfaches Modell, welches das ganze Gesetz und die daraus fließsenden Folgerungen veranschaulicht. Wäre eine Taschenuhr das Diamagneticum, stände der Nordpol eines Magneten vor dem Zifferblatt und der Südpol hinter der Rückseite, so würde die Bewegung der Zeiger die Richtung andeuten, in welcher ein Lichtstrahl bei Magnetisirung gedreht wird.

2162) Ich will nun übergehen zu den verschiedenen Umständen, welche den Bereich und die Natur dieser neuen auf das Licht wirkenden Kraft afficiren, limitiren und definiren.

2163) Zunächst, scheint es, steht die Drehung im Verhältniſs zu der Länge des Diamagneticums, durch welches der Strahl und die Magnetlinien gehen. Ich lieſs die Stärke des Magneten und den gegenseitigen Abstand seiner Pole unverändert, und brachte zwischen diese verschiedene Stücke eines selben schweren Glases (2151). Je gröſser die Erstreckung des Diamagneticums in Richtung des Strahles war, mochten es ein, zwei oder drei Stücke seyn, desto gröſser war die Drehung des Strahles, und so weit sich aus diesen ersten Versuchen beurtheilen lieſs, war der Betrag der Drehung genau proportional der vom Strahle durchlaufenen Strecke des Diamagneticums. Keine Hinzufügung oder Fortnahme des schweren Glases zur *Seite* des Strahls machte irgend einen Unterschied in der Wirkung desjenigen Theils, welchen der Strahl durchlaufen hatte.

2164) Die Drehung des Lichtstrahls *wächst* mit der Stärke

der Magnetkraftlinien. Diefs läfst sich bei Anwendung von Elektromagneten leicht nachweisen; und innerhalb des von mir angewandten Kraftbereichs scheint die Drehung direct der Intensität der Magnetkraft proportional zu seyn.

2165) Aufser dem schweren Glase besitzen andere Körper ebenfalls das Vermögen, unter dem Einflufs der magnetischen Kraft, wirksam auf das Licht zu werden (2173). Wenn diese Körper schon an sich ein Drehvermögen besitzen, wie z. B. Terpenthinöl, Zucker, Weinsäure, weinsaure Salze u. s. w., so ist der Effect der magnetischen Kraft dem ihrer eigenen Kraft zu addiren oder von ihm zu subtrahiren, je nachdem die natürliche Drehung und die durch den Magnetismus erregte rechts oder links gewandt ist (2231).

2166) Ich konnte nicht wahrnehmen, dafs diefs Vermögen afficirt worden wäre durch irgend einen Grad von Bewegung, welchen ich dem Diamagneticum, während es den gemeinschaftlichen Einflufs des Lichts und des Magnetismus erlitt, mitzutheilen vermochte.

2167) Die Einschaltung von Kupfer, Blei, Zinn, Silber und anderen für gewöhnlich nicht magnetischen Körpern in die Bahn der magnetischen Curven, entweder zwischen dem Pol und dem Diamagneticum oder in anderen Lagen, hatte weder in der Art noch in dem Grade irgend eine Wirkung auf die Phänomene.

2168) Eisen afficirte häufig die Resultate in sehr beträchtlichem Grade; allein immer, wie es schien, vermöge einer Aenderung in Richtung der Magnetlinien oder vermöge einer Disposition seiner selbst zu deren Kraft. Wenn z. B. die beiden entgegengesetzten Pole an der einen Seite des polarisirten Strahls befindlich waren (2150), das schwere Glas in der besten Lage zwischen ihnen und dem Strahl verweilte (2152), und man näherte dem Glase von der anderen Seite her ein grofses Stück Eisen, so bewirkte es eine Schwächung der Kraft des Diamagneticums. Diefs geschah, weil gewisse Magnetkraftlinien, welche anfangs parallel mit dem Strahl durch das Glas gingen, nun das Glas und den

Strahl

Digitized by Google

Strahl durchkreuzten; das Eisen erhielt zwei den Magnetpolen entgegengesetzte Pole, und erregte somit eine neue Bahn für eine gewisse Portion der Magnetkraft, und diese durchkreuzte den polarisirten Strahl.

2169) Wird das Eisen dem Glase, statt an der abgewandten Seite, auf Seite des Magneten genähert, entweder diesem nahe oder ihn berührend, so nimmt die Kraft des Diamagnetismus ebenfalls ab, einfach weil die Kraft des Magneten vom Glase ab in eine neue Richtung gelenkt ist. Diese Effecte sind natürlich sehr abhängig von der Stärke des Magneten, so wie von der Gröfse und der Weiche des Eisens.

2170) Schraubendrähte (2190) ohne Eisenkerne waren von sehr schwacher, kaum merkbarer Wirkung; mit Eisenkernen wirkten sie sehr kräftig, obwohl nicht mehr Elektricität durch sie strömte als zuvor (1071). Diefs zeigt in sehr einfacher Weise, dafs die unter diesen Umständen auftretenden Lichterscheinungen direct mit der vom Apparat gelieferten magnetischen Kraftform zusammenhängen. Dasselbe ergiebt sich auch aus einem anderen Vorgang. Wenn die Volta'sche Batterie geschlossen, also ein Strom um den Elektromagneten gesandt wird, hat das durch die Drehung des polarisirten Strahls entstandene Bild nicht sogleich seinen vollen Glanz, sondern erlangt diesen erst allmälig nach einigen Secunden; bei Oeffnung der Batterie verschwindet es dagegen anscheinend auf ein Mal. Die allmälige *Zunahme* an Helligkeit rührt davon her, dafs der Eisenkern *Zeit* gebraucht, um alle magnetische Kraft zu entfalten, welche der elektrische Strom in ihm zu erregen sucht; so wie der Magnetismus an Stärke zunimmt, wächst auch die Wirkung auf das Licht; daher denn die fortschreitende Drehung.

2171) Bisher habe ich nicht finden gekonnt, dafs das schwere Glas (2151), wenn es in diesem Zustande ist, d. h. von Magnetkraftlinien durchschnitten wird, eine specifische magneto-inductive Action der erkannten Art besitze oder einen erhöhten Grad derselben äufsere. Ich habe es in grofsen Quantitäten und in verschiedenen Lagen zwischen

Digitized by Google

Magnete und Magnetnadeln gebracht, konnte aber, obwohl ich sehr empfindliche Mittel dazu hatte, keinen Unterschied zwischen demselben und der Luft auffinden.

2172) Wasser, Alkohol, Quecksilber und andere Flüssigkeiten in sehr grofsen empfindlichen thermometerförmigen Gefäfsen anwendend, habe ich nicht finden können, dafs ein Volumunterschied eintrat, wenn magnetische Curven durch sie gingen.

2173) Es ist Zeit, dafs ich diese Kraft des Magnetismus auf das Licht als nicht blofs dem kieselborsauren Bleioxyd (2151), sondern als vielen anderen Substanzen angehörig in Betracht ziehe. Hier gewahren wir zuvörderst, dafs wenn auch alle durchsichtigen Körper diese Kraft äufsern, sie es doch in sehr verschiedenem Grade thun, ja dafs es bis jetzt noch einige giebt, welche dieselbe gar nicht zeigen.

2174) Dann macht sich bemerklich, dafs Körper von ungemeiner Verschiedenheit in chemischen, physischen und mechanischen Eigenschaften diese Kraft besitzen, denn sie findet sich bei starren und flüssigen Körpern, bei Säuren, Alkalien, Oelen, Wasser, Alkohol, Aether u. s. w.

2175) Und zuletzt können wir bemerken, dafs in allen die Kraft, wenn auch dem Grade nach verschieden, doch der Art nach immer dieselbe, eine den Lichtstrahl drehende ist, und dafs überdiefs die Richtung der Drehung immer von der Natur und dem Zustand der Substanz unabhängig ist, nur abhängt von der Richtung der Magnetkraftlinien gemäfs dem zuvor (2160) angegebenen Gesetz.

2176) Unter den Substanzen, bei welchen diese Wirkung angetroffen wird, habe ich schon das *kieselborsaure Bleioxyd* (2152) als eine sehr vorzügliche hervorgehoben. Ich bedaure, dafs sie die beste ist, da sie wahrscheinlich nicht Vielen zu Gebote steht, und Wenige wohl die Mühe ihrer Darstellung übernehmen werden. Es mufs wohl abgekühlt seyn, denn sonst depolarisirt es das Licht in bedeutendem

Digitized by Google

Maafse, und dann sind die in Rede stehenden Erscheinungen viel weniger auffallend zu beobachten. Das *borsaure* Blei, eine viel schmelzbarere, schon bei Siedhitze des Oels erweichende Substanz, die sich leicht in Plattenform und ausgekühlt erhalten läfst, besitzt indefs ein eben so starkes Drehvermögen als das kieselborsaure. *Flintglas* zeigt die Eigenschaft auch, doch in geringerem Grade als die obigen Substanzen, Kronglas in noch schwächerem Maafse.

2177) Wenn ich krystallisirte Körper als Diamagnetica anwandte, gab ich ihnen insgemein die Lage, in welcher sie den polarisirten Strahl nicht afficirten, und inducirte dann magnetische Curven durch sie hin. Im Allgemeinen schienen sie der Annahme eines Drehvermögens (*rotating state*) zu widerstehen. *Steinsalz* und *Flufsspath* gaben schwache Anzeigen von diesem Vermögen, und, wie ich glaube, that ein *Alaunkrystall* dasselbe; doch die Strecke des Strahls in seinem durchsichtigen Theil war so kurz, dafs ich die Thatsache nicht entschieden ausmitteln konnte. Zwei Exemplare von durchsichtigem Flufsspath (*Fluor*), die mir Hr. Tennant geliehen, gaben eine Wirkung.

2178) *Bergkrystall*, vier Zoll lang, gab keine Anzeige von Wirkung auf den Strahl; eben so wenig thaten es kleinere Krystalle, oder Würfel von drei Viertelzoll in Seite, die so geschnitten waren, dafs zwei ihrer Flächen winkelrecht gegen die Krystallaxe lagen (1692, 1693), obwohl sie in jeder Richtung untersucht wurden.

2179) *Kalkspath* äufserte keine Zeichen von Wirkung, weder als Rhomboëder, noch als Würfel von der eben beschriebenen Art (1695).

2180) *Schwefelsaurer Baryt*, *schwefelsaurer Kalk* und *kohlensaures Natron* waren ebenfalls ohne Wirkung auf das Licht.

2181) Ein Stück schönes klares *Eis* gab mir keine Wirkung. Ich kann jedoch nicht sagen, dafs keine vorhanden war, denn die Wirkung von Wasser in gleicher Masse würde sehr klein seyn, und die Unregelmäfsigkeit der durch das Schmelzen des Eises und das Abträufeln des Wassers

Digitized by Google

abgerundeten (*flattened*) Oberfläche machte die Beobachtung sehr schwierig.

2182) Mit einer grofsen Neugierde und Hoffnung brachte ich Blattgold in die magnetischen Linien, konnte aber keine Wirkung wahrnehmen. Erwägt man indefs die ungemein geringe Länge der Bahn des polarisirten Strahls in demselben, so war schwerlich ein positives Resultat zu erwarten.

2183) Bei Versuchen mit Flüssigkeiten besteht eine sehr gute Beobachtungsmethode darin, dafs man dieselben in Flaschen von $1\frac{1}{2}$ bis 3 oder 4 Zoll Durchmesser giefst, damit zwischen die Magnetpole bringt (2150) und dem Nichol der Flasche so weit nähert, dafs letztere, nach gehöriger Einstellung, vermöge ihrer cylindrischen Gestalt ein diffuses, aber brauchbares Bild von der durch sie hin gesehenen Lampenflamme giebt. Das Licht dieses Bildes läfst sich von dem, welches durch die Streifen und Mifsgestaltungen des Glases unregelmäfsig gebrochen wird, leicht unterscheiden, und man sieht die darin auftretenden Erscheinungen ebenfalls mit Leichtigkeit.

2184) Wasser, Alkohol und Aether zeigen die Erscheinung, Wasser am meisten, Alkohol schwächer und Aether am schwächsten. Alle fetten Oele, welche ich versucht, namentlich Mandel-, Ricinus-, Oliven-, Mohn-, Leinöl, Elain von Schweineschmalz und destillirtes Harzöl gaben Wirkung; eben so ätherische Oele, wie Terpenthin-, Bittermandel-, Spica-, Lavendel-, Jasmin-, Nelken-, Lorbeeröl; auch Naphtha verschiedener Art, geschmolzener Wallrath, geschmolzener Schwefel, Chlorschwefel, Chlorarsen, und jede andere flüssige Substanz, die ich zur Hand hatte, und in hinreichender Menge verwenden konnte.

2185) Von wäfsrigen Lösungen versuchte ich mehr als 150, namentlich lösliche Säuren, Alkalien, Salze, so wie Zucker, Gummi u. s. w. Die Liste derselben hier zu geben, würde zu lang seyn, da das Hauptergebnifs war, dafs, trotz der ungemeinen Verschiedenheit der Substanzen, dennoch keine eine Ausnahme von dem allgemeinen Resultate machte, sie vielmehr alle die neue Eigenschaft zeigten. In

Digitized by Google

der That ist es mehr als wahrscheinlich, dafs in allen diesen Fällen das Wasser, und nicht die darin gelöste Substanz das Wirkende (*ruling matter*) war. Dasselbe allgemeine Resultat wurde mit alkoholischen Flüssigkeiten erhalten.

2186) Von Flüssigkeiten zu Luft und gasförmigen Körpern übergehend, habe ich anzugeben, dafs ich bis jetzt noch nicht im Stande gewesen bin, in irgend einer Substanz aus dieser Klasse eine Aeufserung des Drehvermögens aufzufinden. In Flaschen von 4 Zoll Durchmesser, habe ich mit folgenden Gasen Versuche angestellt: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Stickstoffoxyd, ölbildendem Gas, schwefliger Säure, Salzsäure, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Bromdampf bei gewöhnlicher Temperatur. Alle gaben aber negative Resultate. Mit Luft wurde der Versuch mittelst einer anderen Form des Apparats noch sorgfältiger wiederholt, aber eben so erfolglos (2212).

2187) Ehe ich die Betrachtung der Substanzen, welche das Drehvermögen zeigen, verlasse, will ich noch erwähnen, dafs ich von denen, welchen es zu ihrem natürlichen Drehvermögen (2165, 2231) noch eingeprägt (*superinduced*) werden kann, folgende untersucht habe: Ricinusöl, Harzöl, Spicaöl, Lorbeeröl, Canadabalsam, alkoholische Lösung von Kampher und Aetzsublimat, wäfsrige Lösung von Zucker, Weinsäure, weinsaurem Natron, Brechweinstein, Wein- und Borsäure, und schwefelsaurem Nickeloxyd, welches rechts dreht, Copaivabalsam, welcher links dreht, zwei Proben von Kamphin oder Terpenthinöl, von welchen die eine rechts und die andere links drehte. In allen diesen Fällen befolgte, wie schon (2165) gesagt, das hinzugefügte magnetische Drehvermögen das allgemeine Gesetz (2160), ohne Bezug auf das schon vorhandene Drehvermögen.

2188) Kampher, geschmolzen in einer Röhre von etwa einem Zoll Durchmesser, zeigt von Natur ein starkes Drehvermögen; allein ich konnte nicht finden, dafs die magnetischen Curven demselben eine Kraft hinzufügten. Möglich

Digitized by Google

indefs, dafs die Kürze des Strahls und die Menge des farbigen Lichts, welches zurückblieb, selbst wenn der Nichol in die günstigste Lage zur Verdunklung des durch das natürliche Drehvermögen entstandenen Bildes gebracht worden, die schwache Magnetkraft des Kamphers unmerklich machten.

II. Wirkung elektrischer Ströme auf das Licht.

2189) Aus der Betrachtung der Natur und Lage der Linien magnetischer und elektrischer Kraft, so wie der Relation eines Magnets zu einem elektrischen Strom schien es fast gewifs, dafs ein elektrischer Strom dieselbe Wirkung wie ein Magnet auf das Licht haben würde, und in Gestalt eines Schraubendrahts am geeignetsten seyn müfste, grofse Längen von Diamagneticis, besonders von solchen, die zwischen Magnetpolen nur wenig afficirt zu werden schienen, einer Untersuchung zu unterwerfen und zur gesteigerten Wirkung zu bringen. Die Erfahrung verwirklichte diese Erwartung.

2190) Kupferne Drahtgewinde (*helices*) wurden angewandt, von denen ich drei beschreiben will. Das erste oder *lange* hielt 0,4 Zoll im inneren Durchmesser, der Draht war 0,03 Zoll dick, und ging um die Axe der Rolle von einem Ende zum andern, kehrte dann in derselben Weise zurück, und bildete so ein Gewinde von 65 Zoll Länge, doppelt in seiner ganzen Ausdehnung und 1240 Fufs Draht enthaltend.

2191) Die zweite oder *mittlere* Rolle ist 19 Zoll lang, von 1,87 Zoll innerem und 3 Zoll äufserem Durchmesser. Der Draht war 0,2 Zoll dick und 80 Fufs lang, und zu zwei concentrischen Gewinden angeordnet. Der elektrische Strom durchlief diese nicht zertheilt, sondern der ganzen Länge des Drahtes nach.

2192) Die dritte oder *Woolwich-Rolle* war nach meiner Anweisung für Hrn. Obristlieutnant Sabine's Anstalt in Woolwich angefertigt worden. Sie ist 26,5 Zoll lang, hält innen 2,5 Zoll und aufsen 4,75 Zoll im Durchmesser, und

Digitized by Google

ihr Draht ist 0,17 Zoll dick und 501 Fufs lang. Sie enthält vier concentrische Gewinde, die endweise verbunden sind, so dafs der angewandte elektrische Strom den gesammten Draht durchläuft.

2193) Das lange Drahtgewinde (2190) wirkte auf eine in geringem Abstand aufgestellte Magnetnadel sehr schwach, das mittlere (2191) wirkte stärker, und die Woolwich-Rolle (2192) sehr stark, immer dabei dieselbe Batterie von zehn Grove'schen Paaren angewandt.

2194) Starre Körper liefsen sich leicht der Wirkung dieser Drahtgewinde aussetzen, indem man sie nur zu Stäben oder Prismen mit ebenen und polirten Enden zu formen, und dann als Kerne in die Rollen zu stecken brauchte. Um Flüssigkeiten ihrer Wirkung zu unterwerfen, wurden Glasröhren mit Kappen an den Enden angeschafft. Der cylindrische Theil der Kappe war von Messing, und hatte eine Tubulatur zur Einfüllung der Flüssigkeit. Das Ende bestand aus einer ebenen Glasplatte. Wenn die Röhre wäfsrige Flüssigkeiten aufnehmen sollte, waren die Platten an die Kappen und die Kappen an die Röhren mit Canadabalsam angekittet; sollte die Röhre aber Alkohol, Aether oder wesentliche Oele aufnehmen, so diente eine dicke Mischung von gepulvertem Gummi und ein wenig Wasser als Kitt.

2195) Das mit diesem Apparat erhaltene Resultat war im Allgemeinen folgendes: — Die Röhre in dem langen Gewinde (2190) wurde mit destillirtem Wasser gefüllt und in Richtung des polarisirten Strahls gebracht, so dafs das vom polarisirten Strahl erzeugte Bild der Lampenflamme durch dieselbe gesehen und mit dem Nichol (2150) untersucht werden konnte. Dann wurde der Nichol gedreht, bis das Bild der Flamme verschwand, und nun sandte man den Strom der zehn Plattenpaare durch das Gewinde. Augenblicklich erschien das Bild der Flamme wieder, und blieb sichtbar, so lange der Strom das Gewinde durchlief; bei Unterbrechung des Stroms verschwand das Bild. Das Licht erschien nicht allmälig wie bei den Elektromagneten (2170),

Digitized by Google

sondern plötzlich. Diese Resultate konnten n
hervorgebracht werden. Bei diesem Versuch,
können wir mit Recht sagen, daſs ein Lichtstrahl
und die elektrische Kraft (*forces*) beleuchtet

2196) Die Erscheinungen lassen sich noch
machen, wenn man eine Linse von langer Bre
schen der Röhre und dem Polarisationsspiege
von kurzer Brennweite zwischen der Röhre u
anbringt. Wenn das Drahtgewinde oder die l
die zu untersuchende Substanz von geringer V
leistet dieſs Hülfsmittel gute Dienste, doch
bei einiger Uebung leicht entbehren, und brau
zweifelhaften Fällen.

2197) Wenn die Erscheinung schwach ist,
ter wahrnehmbar, wenn man das Nichol'sche
auf den Punkt der völligen Auslöschung des
stellt, sondern ein wenig dieſs- oder jenseits
daſs das Bild der Flamme noch eben sichtbar
wird bei Wirkung des elektrischen Stroms da
weder verstärkt, oder geschwächt, oder ausg
auch an der anderen Seite der Dunkelheitslage
gefacht; und diese Veränderung ist leichter w
als wenn das Auge vom Zustande einer gän
kelheit aus zu beobachten anfängt. Durch di
tungsmethode läſst sich auch das Drehende in
auf das Licht leicht nachweisen: denn wenn
zuvor durch Drehung des Nichols nach der ei
sichtbar gemacht hat, und die Wirkung des Str
es nun, so braucht man nur, nach Unterbrechun
den Nichol in entgegengesetzter Richtung so w
bis das Licht so hell wie zuerst ist, und de
es nun *schwächen*. Zugleich werden auch di
Lichts afficirt.

2198) Wird die Richtung des Stroms im
umgekehrt, kehrt sich auch die Drehung des Li
Um die Richtung dieser Drehung zu bezeichn
annehmen, wie es gewöhnlich geschieht, daſs

Digitized by Google

vom Zink durch die Säure zum Platin geht (663,
). Geht nun ein solcher Strom unter dem Strahl
Rechten, an dieser rechten Seite aufwärts, und
der Linken, so giebt er dem Strahl eine links
Drehung; geht aber der Strom über dem Strahl
der Rechten herab, und unten links, so prägt
e rechts gewendete Drehung ein.

Das Gesetz, nach welchem ein elektrischer Strom
ichtstrahl wirkt, ist also leicht ausgedrückt. Wird
rter Lichtstrahl in einer auf seiner Richtung win-
Ebene von einem elektrischen Strom umkreiset,
eine Drehung des Strahls um seine Axe in *glei-*
ung mit der Richtung des Stroms, und zwar so
ieser seinen Einflufs ausübt.

Die Einfachheit dieses Gesetzes und seine Iden-
dem zuvor (2160) für die Wirkung des Magne-
das Licht gegebenen ist sehr schön. Ein Modell
rforderlich, um dem Gedächtnifs zu Hülfe zu kom-
man aber das früher (2161) beschriebene an-
die Linie rings um dasselbe zugleich die Rich-
troms und der Drehung ausdrücken. Es leistet
mehr. Denn wenn man den Cylinder nicht als
oder einem anderen zwischen die Pole *N* und *S*
Diamagneticum, sondern als von Eisen betrach-
d die Linie um denselben die Richtung der Ströme
welche, nach Ampère's Theorie, die Theil-
elben umkreisen; oder betrachtet man ihn als ei-
kern (statt eines Wasserkerns), der von einem
ng der Linie laufenden Strom umgeben wird, so
auch einen Magneten vor, wie sich bilden würde,
zwischen die Pole gestellt wäre, deren Marken
Enden angebracht sind.

) Ich will nun Einiges über den Grad der Wir-
er verschiedenen Umständen angeben. Als ich eine
voll Wasser (2194) von gleicher Länge mit der
olle anwandte, sie aber so stellte, dafs sie mit ei-
nde mehr oder weniger aus der Rolle hervorragte,

konnte ich bis zu einem gewissen Grade den Einfluſs der Länge des Diamagneticums ermitteln, wenn ich die Kraft der Drahtrolle und des Stroms ungeändert lieſs. Je länger die der Wirkung des Drahtgewindes ausgesetzte Wassersäule war, um so stärker war auch die Drehung des polarisirten Strahls, und der Betrag der Drehung schien direct proportional der Länge der Flüssigkeit, welche vom elektrischen Strom umkreist ward.

2202) Eine kurze Röhre mit Wasser oder ein (kurzes) Stück schweren Glases, in die Axe der Woolwich-Rolle (2192) gebracht, schien gleiche Wirkung auf den polarisirten Strahl auszuüben, sie mochten in der Mitte der Rolle oder an deren Enden liegen, sobald sie nur innerhalb der Rolle und in deren Axe lagen. Hieraus erhellt, daſs jeder Theil des Drahtgewindes eine gleiche Wirkung ausübt, und daſs durch Anwendung langer Drahtrollen Substanzen dieser Art untersucht werden können, die sich nicht in hinreichender Länge zwischen die Pole von Magneten (2150) bringen lassen.

2203) Eine Röhre voll Wasser von gleicher Länge wie die Woolwich-Rolle (2192), aber nur 0,4 Zoll im Durchmesser enthaltend, wurde in diese Rolle gebracht, manchmal in deren Axe, manchmal an deren Seiten. Die verschiedenen Lagen machten anscheinend keinen Unterschied; und ich bin daher zu glauben geneigt (ohne dessen ganz sicher zu seyn), daſs die Wirkung auf den Strahl dieselbe ist, wo die Röhre innerhalb der Rolle gegen die Axe liegen mag. Dasselbe Resultat erhält man beim Sehen durch eine weite Röhre mit Wasser, der Strahl mag durch die Axe der Rolle und Röhre oder zur Seite derselben gehen.

2204) Bringt man Körper in die Rolle, welche schon von Natur ein Drehvermögen besitzen, so wird ihnen das vom elektrischen Strom erregte Drehvermögen hinzugefügt (*superinduced*), genau wie es schon bei der magnetischen Wirkung beschrieben worden ist (2165, 2187).

2205) Aus 0,05 Zoll dickem, unbesponnenem Kupferdraht wurde in dichten Windungen eine 20 Zoll lange und

0,3 Zoll weite Rolle gebildet, und dieselbe in eine weite Röhre mit Wasser gelegt, so dafs die Flüssigkeit sowohl innerhalb als aufserhalb der Rolle durch den polarisirten Strahl untersucht werden konnte. Als der Strom durch den Schraubendraht gesandt wurde, empfing das Wasser innerhalb desselben ein Drehvermögen, aber aufserhalb desselben war keine Spur davon zu sehen, selbst in gröfster Nähe an dem nackten Draht.

2206) Das Wasser ward in messingene und in kupferne Röhren eingeschlossen, aber diese Aenderung änderte nichts an dem Effect.

2207) Die Messingröhre voll Wasser wurde in eine *eiserne* Röhre gesteckt, die länger als die Woolwich-Rolle und als die Messingröhre war, und voll einen Achtelzoll Wanddicke hatte. Dennoch drehte das Wasser, als es in die Woolwich-Rolle (2192) gebracht wurde, den Lichtstrahl scheinbar so gut wie zuvor.

2208) Ein Eisenstab, einen Zoll im Quadrat und länger als die Rolle, wurde in diese gebracht und die kleine Wasserröhre (2203) auf denselben gelegt. Das Wasser hatte eben so viel Wirkung auf das Licht wie zuvor.

2209) Drei Eisenröhren, jede von 27 Zoll Länge und einem Achtelzoll Wanddicke, hatten solche Durchmesser, dafs man sie leicht in einander, und das Ganze in die Woolwich-Rolle (2192) stecken konnte. Die engste wurde mit Glasenden versehen und mit Wasser gefüllt. Dann in die Axe der Woolwich-Rolle gebracht, übte sie ein gewisses Drehvermögen auf den polarisirten Strahl aus. Nun wurde die zweite Röhre darüber geschoben, so dafs sich zwischen dem Wasser und der Drahtrolle eine Eisendicke von zwei Achtelzoll befand. Jetzt hatte das Wasser ein *stärkeres* Drehvermögen. Endlich ward die dritte Röhre über die beiden andern geschoben. Nun war das Vermögen *schwächer*, obwohl noch sehr bedeutend. Diese Resultate sind complicirt, indem sie abhängen von einem neuen Zustand, welcher der Charakter des Eisens seiner Wirkung auf die Kräfte giebt. Bis zu einem gewissen Betrage brachten, bei

Digitized by Google

verstärkter Entwicklung der magnetischen Kräfte, die Rolle und der Kern, *als Ganzes*, eine erhöhte Wirkung auf das Wasser hervor; allein bei Zusatz von mehr Eisen und Erregung von Kräften in ihm, wurde deren Wirkung zum Theil von dem Wasser abgelenkt und die Drehung geschwächt.

2210) Stücke vom schweren Glase (2151) in die Eisenröhren und somit in die Drahtrollen gelegt, wirkten ähnlich.

2211) Die Körper, welche in angegebener Weise innerhalb einer Drahtrolle der Wirkung eines elektrischen Stroms ausgesetzt wurden, waren folgende: — Schweres Glas (2151, 2176), Wasser, Lösung von schwefelsaurem Natron, Lösung von Weinsäure, Alkohol, Aether, Terpenthinöl. Alle wurden afficirt, und wirkten auf das Licht genau so wie es bei der magnetischen Wirkung beschrieben ward (2173).

2212) Ich unterwarf *Luft* dem Einfluſs dieser Drahtrollen mit groſser Sorgfalt, konnte aber keine Spur von Wirkung auf den polarisirten Lichtstrahl entdecken. Ich steckte die lange Rolle (2190) in die beiden anderen (2191, 2192) und verknüpfte sie alle zu Einem Draht, um die Kraft zu verstärken, konnte aber keine Wirkung derselben auf das durch die Luft gehende Licht wahrnehmen.

2213) Bei Anwendung von Drahtrollen hat man auf einen Umstand zu achten, der leicht Verwirrung und Störung anrichten kann. Zunächst war der Draht der langen Rolle (2190) unmittelbar auf eine dünne Glasröhre gewickelt, welche zur Aufnahme der Flüssigkeit diente. Wenn der Strom durch die Drahtrolle ging, steigerte er die Temperatur derselben, und damit auch die Temperatur des Glases und der anliegenden Wasserschicht. Der Wassercylinder, somit wärmer an seiner Oberfläche als in seiner Axe wirkte als eine Linse, sammelte Lichtstrahlen und sandte sie in's Auge, noch eine Zeit lang nachdem der Strom unterbrochen war. Durch Trennung der Wasserröhre von der Drahtrolle und durch andere Vorsichtsmaſsregeln entfernt man leicht diese Fehlerquelle.

2214) Ein anderer Punkt, auf den der Experimentator

zu achten hat, ist die Schwierigkeit, ja fast Unmöglichkeit, ein Glasstück zu erhalten, welches nicht, besonders nachdem es zerschnitten worden, das Licht depolarisirte. Thut es dieses, so bringt eine Verschiedenheit in der Lage einen ungeheuren Unterschied in der Erscheinung hervor. Diese Schwierigkeit wird mehr oder weniger leicht beseitigt, wenn man immer die nicht depolarisirenden Theile, also das schwarze Kreuz anwendet und das Auge dem Glase möglichst nahe bringt.

2215) Um von dem Betrage des einigen Körpern eingeprägten Drehvermögens eine allgemeine Angabe zu liefern, doch ohne allen Anspruch auf Genauigkeit der Zahlen, will ich die Resultate einiger wenigen Versuche zur Messung der Kraft mittheilen, und sie mit dem natürlichen Drehvermögen einer Sorte von Terpenthinöl vergleichen. Es wurde ein kräftiger Elektromagnet angewandt, dessen Pole *beständig* 2,5 Zoll auseinanderstanden. In diesen Zwischenraum brachte ich verschiedene Substanzen, beobachtete mehrmals den Betrag der Drehung des Nichols und nahm das Mittel daraus, als Ausdruck der Drehung für die Länge des Strahls in der angewandten Substanz. Da indefs diese Substanzen von verschiedenen Dimensionen waren, so reducirte ich durch Rechnung die Strahlenlänge auf eine Normallänge, gemäfs der Annahme, dafs die Kraft proportional sey dieser Länge (2163). Das Terpenthinöl wurde in seinem natürlichen Zustand, d. h. ohne magnetische Wirkung, beobachtet. Das Wasser gleich Eins gesetzt, waren die Zahlen folgende:

Terpenthinöl	11,8
Schweres Glas	6,0
Flintglas	2,8
Steinsalz	2,2
Wasser	1,0
Alkohol	kleiner als beim Wasser
Aether	kleiner als beim Alkohol.

Digitized by Google

2216) Hinsichtlich der Wirkung magnetischer und elektrischer Kräfte auf das Licht glaube ich, dafs die Kenntnifs der Umstände, unter welchen keine scheinbare Wirkung stattfindet, unsere Kenntnifs von ihren gegenseitigen Beziehungen erweitert, und deshalb will ich kurz angeben, wie ich neulich diese Kräfte combinirt habe, ohne ein wahrnehmbares Resultat (955) zu erlangen.

2217) Durch schweres Glas, Flintglas, Bergkrystall, Kalkspath, Terpenthinöl und Luft ward successiv ein polarisirter Strahl geleitet, und zugleich leitete ich Linien elektrostatischer Spannung (2149), mittelst Belegungen der Leidner Flasche und der Elektrisirmaschine, durch diese Körper, parallel dem Strahl und winkelrecht auf ihn, sowohl in als rechtwinklich auf der Polarisationsebene; jedoch ohne sichtbaren Erfolg. Auch die Spannung eines rasch wiederkehrenden, inducirten secundären Stroms ward auf dieselben Körper und auf Wasser (als Elektrolyt) gerichtet, doch mit gleichem negativen Resultat.

2218) Ein polarisirter Strahl, kräftige Linien magnetischer Kraft und die eben (2149) beschriebenen Linien elektrischer Kraft wurden in ihrer Wirkung auf schweres Glas (2151, 2176) in verschiedenen Richtungen combinirt, jedoch mit keinem anderen Resultat, als aus der schon in diesem Aufsatz beschriebenen gegenseitigen Wirkung der magnetischen Linien und des Lichts hervorgeht.

2219) Ein polarisirter Strahl und elektrische Ströme wurden in Elektrolyten (951, 954) auf jede mögliche Weise mit einander combinirt. Die angewandten Substanzen waren, bei Anwendung von Platin-Elektroden: destillirtes Wasser, Zuckerlösung, verdünnte Schwefelsäure, Lösung von schwefelsaurem Natron, und, bei Anwendung von Kupferelektroden, Lösung von schwefelsaurem Kupfer. Der Strom ging längs dem Strahle oder quer darauf, in zwei auf einander rechtwinklichen Richtungen; der Strahl ward gedreht, indem man die Lage des Polarisationsspiegels und hiemit die der Polarisationsebene änderte; der Strom ward als ein stetiger, oder als ein rasch aussetzender oder endlich als

ein rasch hin- und hergehender angewandt. Aber in allen diesen Fällen war keine Spur von Wirkung wahrnehmbar.

2220) Endlich wurden ein polarisirter Lichtstrahl, elektrische Ströme und Magnetkraftlinien in jeder möglichen Weise durch verdünnte Schwefelsäure und Glaubersalzlösung gesandt, aber die Resultate waren auch jetzt negativ, ausgenommen in den Lagen, wo die schon beschriebenen Erscheinungen entstanden. Bei einer Vorrichtung ging der Strom radienartig von einer centralen zu einer circumferentialen Elektrode, während entgegengesetzte Magnetpole darüber und darunter angebracht waren; die Vorrichtung war so gut, dafs wenn der Strom durchging, die Flüssigkeit rasch rotirte; allein ein in horizontaler Richtung quer durch diese Vorrichtung gesandter polarisirter Lichtstrahl wurde ganz und gar nicht afficirt. Auch wenn der Strahl vertical hindurchgesandt ward, und man den Nichol drehte, um der Drehung zu entsprechen, die dem Strahl in dieser Lage durch die magnetischen Curven allein eingeprägt wurde, machte der Hinzutritt (*superinduction*) des Durchgangs des elektrischen Stroms nicht den geringsten Unterschied in der Wirkung auf den Strahl.

III. Allgemeine Betrachtungen.

2221) So ist, glaube ich, zum ersten Male [1]) eine wahrhafte, directe Beziehung und Abhängigkeit zwischen Licht

1) Ich sage zum ersten Male, weil ich nicht glaube, dafs die Versuche von Morichini über die Erzeugung des Magnetismus durch die Strahlen vom violetten Ende des Spectrums eine solche Relation beweisen. Als ich im Mai 1814 mit Sir Humphry Davy in Rom war, experimentirte ich in Morichini's Hause mehre Stunden mit seinem Apparat und unter seiner Anleitung, gelangte aber nicht dahin, eine Nadel zu magnetisiren. Ich habe zu der Magnetisirung, als *directes* Resultat der Sonnenwirkung, kein Vertrauen, glaube vielmehr, dafs sie, wenn sie zu Stande kam, secundär und vielleicht gar zufällig war (*incidental, and perhaps even accidental*), wie sie wohl erfolgen könnte, wenn eine Nadel während des ganzen Versuchs in einer Nord-Süd-Lage verharrte.

2. Jan. 1846. — Ich würde nicht, wie oben, „zum ersten Male" geschrieben haben, wenn ich mich der in den *Philosoph. Transact. f.*

Digitized by Google

und den magnetischen und elektrischen Kräften festgestellt, und damit ein grofser Zusatz gemacht zu den Thatsachen und Betrachtungen, welche zu zeigen trachten, dafs alle Naturkräfte mit einander verknüpft sind, und einen gemeinschaftlichen Ursprung haben (2146). Beim gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnifs hält es ohne Zweifel schwer unsere Erwartung in genauen Worten auszudrücken; und wiewohl ich gesagt habe, dafs eine andere der Naturkräfte bei diesen Versuchen direct mit den übrigen verwandt sey, so hätte ich vielleicht eher sagen sollen, dafs eine andere Form der grofsen Kraft distinct und direct verwandt sey mit den übrigen Formen; oder dafs die grofse Kraft manifestirt durch particuläre Phänomene unter particulären Formen hier durch die directe Relation ihrer Lichtform zu ihrer Elektricitäts- und Magnetismus-Form ferner identificirt und recognisirt ist.

2222) Dafs Magnetismus und Elektricität in Beziehung stehen zum *polarisirten* Licht, ist selbst interessanter, als wenn es mit gewöhnlichem Lichte der Fall wäre. Die Beziehung erstreckt sich aber nicht auf gemeines Licht; und da sie dem Licht angehört, welches in gewisser Hinsicht durch Polarisation genauer gemacht worden ist in seinem Charakter und seinen Eigenschaften, so verknüpft und verbindet sie es (das Licht) mit diesen Kräften (Magnetismus und Elektricität) in jener Dualität des Charakters, welche letztere besitzen; und eröffnet einen früher nicht gekannten Weg zur Anwendung dieser Kräfte auf die Erforschung der Natur dieses und anderer strahlender Agentien.

2223) Nach der zuvor (2149) gemachten conventionellen Unterscheidung kann ferner behauptet werden, dafs es *nur* die magnetischen Kraftlinien sind, welche auf die Lichtstrahlen wirken, und zwar *nur*, wenn sie ihnen parallel sind oder zum Parallelismus mit ihnen streben. So wie in Bezug auf Substanzen, die nicht nach Art des Eisens magne-

1826, *p.* 219, und *f.* 1828, *p.* 379, mitgetheilten Versuche und Aufsätze des Hrn. Christie über den Einflufs der Sonnenstrahlen auf Magnete erinnert hätte. (Ann. Bd. 9, S. 505.)

Digitized by Google

netisch sind, die Phänomene der Elektro-Induction und Elektrolysation ein ungeheures Uebergewicht in der Wirksamkeit der elektrischen Kräfte verglichen mit den magnetischen zeigen, so zeigt sich umgekehrt hier in einer anderen Richtung, und in den besonderen und correspondirenden Effecten, welche den magnetischen Kräften angehören, eine grofse Ueberlegenheit der letzteren.

2224) Die magnetischen Kräfte wirken auf den Lichtstrahl nicht direct und ohne Dazwischenkunft von Materie, sondern durch Vermittlung der Substanz, in welcher sie und der Strahl gleichzeitig existiren; die Substanzen und die Kräfte geben einander und empfangen von einander das Vermögen zur Wirkung auf das Licht. Diefs erhellt aus der Nichtwirkung eines Vacuums, der Luft und der Gase, und ferner aus dem verschiedenen Grade, in welchem sich die Eigenschaft bei verschiedenen Substanzen vorfindet. Dafs die magnetische Kraft immer in derselben Weise und in derselben Richtung auf den Lichtstrahl wirkt, unabhängig von der Verschiedenartigkeit der Substanz, des Aggregatzustandes und des natürlichen Drehvermögens (2232), zeigt, dafs die magnetische Kraft und das Licht in directer Beziehung stehen; allein, dafs Substanzen nothwendig sind, und dafs diese in verschiedenem Grade wirken, zeigt, dafs die magnetische Kraft und das Licht durch Dazwischenkunft der Materie auf einander wirken.

2225) Die *Materie* nur durch ihre Kräfte erkennend und wahrnehmend, und nichts wissend von einem imaginären Kern (*nucleus*), der von der Idee dieser Kräfte abstrahirt ist, bestärken die in diesem Aufsatz beschriebenen Erscheinungen mich in dem Vertrauen zu den Ansichten, die ich bei einer früheren Gelegenheit über deren Natur ausgesprochen habe [1]).

2226) Es leidet keinen Zweifel, dafs die magnetischen Kräfte auf die innere Constitution der Diamagnetica genau eben so frei im Dunklen wirken, wie wenn ein Lichtstrahl durch sie geht, obwohl die vom Licht hervorgebrachten

1) *Phil. Mag.* 1844, *Vol. XXIV*, *p.* 136.

Digitized by Google

Phänomene bis jetzt die einzigen Mittel darzubieten scheinen, um diese Abänderung der Constitution zu beobachten. Ferner muſs eine solche Abänderung auch opaken Körpern, wie Holz, Stein und Metall, zukommen, denn als Diamagnetica ist kein Unterschied zwischen ihnen und den durchsichtigen Körpern. Der Grad der Durchsichtigkeit kann in dieser Beziehung auf's Höchste nur einen Unterschied zwischen den Individuen einer Klasse machen.

2227) Wenn die magnetischen Kräfte diese Körper zu Magneten gemacht hätten, würden wir mittelst des Lichts einen durchsichtigen Magneten haben untersuchen können, und das würde eine groſse Hülfe zur Erforschung der Kräfte der Materie gewesen seyn. Allein sie machen sie nicht zu Magneten (2171), und deshalb muſs die Molecular-Constitution dieser Körper, wenn sie in dem beschriebenen Zustand sind, specifisch verschieden seyn von dem eines magnetischen Eisens oder einer anderen solchen Substanz; es muſs ein *neuer magnetischer Zustand* seyn, und da der Zustand ein Spannungszustand ist (manifestirt durch seine augenblickliche Rückkehr zu dem Normalzustand, wenn die magnetische Induction entfernt wird), so muſs die Kraft, welche die Materie in diesem Zustand besitzt, und ihre Wirkungsweise für uns eine *neue magnetische Kraft* oder *Wirkungsweise* der Materie seyn.

2228) Denn es ist unmöglich, glaube ich, die Wirkung der magnetischen Kräfte auf ein Stück schweren Glases oder eine Röhre voll Wasser an Stärke wachsen zu sehen, ohne nicht auch einzuräumen, daſs die Substanz Eigenschaften erlangt, welche nicht allein *neu* für sie sind, sondern auch sehr bestimmten und genauen Gesetzen unterliegen (2160, 2199) und im Verhältniſs zu den sie erzeugenden magnetischen Kräften stehen.

2229) Vielleicht ist dieser Zustand *eine zu einem Strome strebende elektrische Spannung*, wie in Magneten, nach Ampère's Theorie, der Zustand der eines Stromes ist. Wenn ein Eisenkern in ein Drahtgewinde gelegt wird, so läſst alles glauben, daſs in demselben Elektricitätsströme erregt

Digitized by Google

werden, welche in einer auf der Axe des Gewindes winkelrechten Ebene herumkreisen. Wenn ein Diamagneticum in dieselbe Lage gebracht wird, erlangt es das Vermögen, Licht in derselben Ebene zu drehen. Der Zustand, welchen es erlangt hat, ist ein Spannungszustand, der noch nicht in Ströme übergegangen ist, obwohl die wirkende Kraft und alle übrigen Umstände dieselben sind wie die, welche Ströme erregen in Eisen, Nickel, Kobalt und anderen dazu geeigneten Substanzen. Die Idee also, dafs in Diamagneticis unter solchen Umständen eine Tendenz zu Strömen bestehe, verträgt sich mit allen bisher beschriebenen Erscheinungen, und wird ferner durch die Thatsache bestätigt, dafs wenn ein Magnet (*loadstone*) oder elektrischer Strom, welcher durch seine inductive Action ein Stück Eisen, Nickel oder Kobalt magnetisch macht, unverändert gelassen wird, eine bloſse Aenderung der Temperatur diesen Körper ihre Extra-Kraft nimmt, und sie in die gemeine Klasse der Diamagnetica versetzt.

2230) Es ist, glaube ich, gegenwärtig das erste Mal, dafs der zur Circularpolarisation des Lichts erforderliche Molecularzustand einem Körper künstlich gegeben worden, und es hat daher viel Interesse, diesen bekannten Zustand (*state and condition*) des Körpers zu vergleichen mit dem relativ unbekannten Zustand, den mehre schon von Natur besitzen, besonders da einige rechts und andere links drehen, ja diese Verschiedenheit schon bei chemisch identischen Exemplaren eines und desselben Körpers vorkommt, wie beim Quarz und bei dem Terpenthinöl, einer Flüssigkeit mit frei beweglichen Theilchen.

2231) Vorab möchte man zu dem Schlufs geneigt seyn, der natürliche Zustand und der durch magnetische oder elektrische Kräfte erregte seyen einerlei; allein bei fernerer Ueberlegung stöfst man dabei auf grofse Schwierigkeiten. Beim Terpenthinöl hängt die Kraft der Drehung eines Lichtstrahls von seinen Theilchen ab, und nicht von der An-

Digitized by Google

ordnung seiner Masse. In welcher Weise auch ein polarisirter Lichtstrahl durch diese Flüssigkeit gehe, so wird er doch in gleichem Sinne gedreht, und Strahlen, welche *gleichzeitig* in allen möglichen Richtungen durch dieselbe gehen, werden alle mit gleicher Kraft, nach einem gemeinschaftlichen Gesetze gedreht, d. h. alle entweder rechts oder links. So verhält es sich aber nicht mit dem *demselben* Terpenthinöl durch magnetische oder elektrische Kräfte noch darüber eingeprägten Drehvermögen; es äufsert sich blofs in Einer Richtung, in winkelrechter Ebene auf der magnetischen Linie; und da es auf diese Ebene beschränkt ist, so kann seine Richtung durch eine Umkehr der Richtung der erregenden Kraft geändert werden. Die Richtung der vom natürlichen Vermögen erzeugten Drehung ist mit der Richtung des Lichtstrahls auf unveränderliche Weise verknüpft; allein diefs Vermögen scheint den Flüssigkeitstheilchen in jeder Richtung und zu allen Zeiten eigen zu seyn. Die Richtung der vom inducirten Zustand erzeugten Drehung hängt unveränderlich von der Richtung der magnetischen Linie oder des elektrischen Stroms ab, und dieser Zustand der Flüssigkeitstheilchen ist strenge durch die Linie oder den Strom begränzt, wechselt und verschwindet mit ihnen.

2232) Es sey *m*, Fig. 34 Taf. I, ein Glaskasten, gefüllt mit Terpenthinöl, welches von Natur das Vermögen besitzt, den polarisirten Lichtstrahl *a b* rechts zu drehen. Wenn der Strahl von *a* nach *b* geht, und das Auge sich in *b* befindet, so wird die Drehung eine rechtswärtige seyn oder in der durch die Pfeilspitzen auf dem Kreise *c* ausgedrückten Richtung geschehen. Geht der Strahl von *b* nach *a*, so wird für den *Beobachter* in *a* die Drehung auch noch eine rechte seyn, d. h. in der auf dem Kreise *d* angedeuteten Richtung erfolgen. Nun lasse man um das Terpenthinöl in der auf dem Kreise *c* angedeuteten Richtung einen elektrischen Strom laufen, oder stelle Magnetpole so, dafs sie gleichen Effect wie dieser hervorbringen (2155). Die Theilchen erhalten dadurch eine fernere Drehkraft (welche durch keine Bewegung von ihnen gestört wird), und ein

Digitized by Google

von *a* nach *b* gehender Strahl wird für das in *b* befindliche Auge stärker rechts oder stärker in der Richtung *c* gedreht erscheinen als zuvor. Geht aber der Strahl von *b* nach *a* und beobachtet das Auge in *a*, so ist das Phänomen anders; denn die neue Drehung, statt in der auf dem Kreise *d* angedeuteten Richtung zu erfolgen, hat entgegengesetzte Richtung oder geht nach der Linken des Beobachters (2199). Die inducirte Drehung addirt sich also der natürlichen, so wie der Strahl von *a* nach *b* geht, subtrahirt sich aber von dieser, so wie er von *b* nach *a* geht. Die Theilchen der Flüssigkeit also, welche vermöge ihrer natürlichen Kraft drehen (*rotate*), können nicht in demselben Zustand seyn, wie die, welche es vermöge der inducirten Kraft thun.

2233) Anlangend das Vermögen des Terpenthinöls, einen in jeglicher Richtung durchgehenden Strahl zu drehen, so kann es wohl seyn, daſs alle Theilchen das Drehvermögen besitzen, aber nur diejenigen den Lichtstrahl ergreifen, deren Drehungsebene mehr oder weniger winkelrecht auf diesem ist, und daſs es die Resultante oder Summe der Kräfte in irgend einer Richtung ist, welche die Drehung bewirkt. Allein selbst dann bleibt ein auffallender Unterschied, weil die Resultante in derselben Ebene keine absolute Richtung hat, sondern eine von der Bahn des Strahles abhängige, indem sie in dem einen Falle wie bei *c*, und in dem andern wie bei *d*, Fig. 34 Taf. I, gerichtet ist; wogegen die Resultante der magnetischen oder elektrischen Induction absolut ist, nicht von der Richtung des Strahls abhängt, immer entweder dem Sinne von *c*, oder dem von *d* entspricht.

2234) Alle diese Unterschiede werden indeſs ohne Zweifel verschwinden oder in Harmonie kommen, so wie diese Untersuchungen weiter ausgedehnt werden; und selbst ihr Daseyn öffnet so viele Wege, auf welchen wir mit unseren Forschungen immer tiefer und tiefer in die Kräfte und Constitution der Materie eindringen können.

2235) Körper, welche an sich ein Drehvermögen be-

Digitized by Google

sitzen, scheinen dadurch keine gröfsere oder geringere Tendenz zur Annahme eines höheren Grades von diesem Vermögen unter dem Einflufs der magnetischen oder elektrischen Kraft zu besitzen.

2236) Wären nicht diese und andere Unterschiede da, so könnte man eine Analogie sehen einerseits zwischen den Körpern, welche immer das Drehvermögen besitzen, wie z. B. Bergkrystall, welcher nur in Einer Ebene dreht, und denjenigen, welchen dieses Vermögen mittelst Induction durch andere Kräfte gegeben wird, wie ein Prisma von schwerem Glase innerhalb einer Drahtrolle; und andererseits zwischen einem natürlichen Magnet und einer Drahtrolle, durch welche ein Strom geleitet wird. Der natürliche Zustand des Magneten und Quarzes, und der gezwungene (*constrained*) Zustand der Drahtrolle und des schweren Glases bilden das Glied der Analogie in Einer Richtung; während die Annahme von Strömen in dem Magneten und der Drahtrolle, und von blofser Tendenz oder Tension zu Strömen im Quarz und im schweren Glase das Glied in anderer (*transverse*) Richtung liefert.

2237) Was die Körper betrifft, welche keine Anzeige von der Einwirkung auf das Licht und also auch von Annahme des neuen magnetischen Zustands liefern, so können sie in zwei Klassen getheilt werden; die eine enthält: Luft, Gase und Dämpfe, und die andere: Bergkrystall, Kalkspath und gewisse andere krystallisirte Körper. Rücksichtlich der letzteren Klasse werde ich in einer nächsten Reihe dieser Untersuchungen Beweise, hergeleitet aus Erscheinungen ganz anderer Art, geben, dafs sie den neuen magnetischen Zustand annehmen; und diese gestalten sich so, dafs ich für den Moment zu glauben geneigt bin, dafs selbst Luft und Gase fähig sind, den neuen Zustand anzunehmen und selbst auf Licht einzuwirken, doch in einem so geringen Grade, dafs es bisher noch nicht wahrnehmbar gemacht worden ist. Der Gaszustand stellt eine so merkwürdige Constitution der Materie dar, dafs wir nicht zu hastig annehmen dürfen, dafs Substanzen, die im starren und flüs-

sigen Zustand selbst Eigenschaften von allgemeinem Charakter besitzen, diese immer mit in den gasigen hinübernehmen.

2238) Steinsalz, Flufsspath und, wie ich glaube, Alaun wirken auf das Licht; die übrigen von mir untersuchten Krystalle thun es nicht; erstere sind gleichaxig und einfach brechend, letztere ungleichaxig und doppeltbrechend. Vielleicht dafs diese Fälle, neben der Drehung des Quarzes, eine Relation zwischen Magnetismus, Elektricität und den Krystallisationskräften der Materie andeuten.

2239) Alle Körper werden sowohl von Stromgewinden als von Magneten afficirt, nach Gesetzen, welche zeigen, dafs sowohl die Ursachen als die Wirkungen identisch sind. Diefs Resultat liefert eine andere feine Probe zu Gunsten der Einerleiheit von Stromgewinden und von Magneten nach Ampère'scher Vorstellung.

2240) Die Theorie der elektrischen Vertheilung (*static induction*), welche ich früher aufzustellen wagte (1161 etc.), und welche eine Wirkung der zusammenliegenden Theilchen des zwischen dem inducirenden und dem inducirten Körper befindlichen Dielektricums annimmt, liefs mich erwarten, dafs dieselbe Art von Abhängigkeit von den intervenirenden Theilchen bei der magnetischen Wirkung stattfinden würde, und ich veröffentlichte vor sieben Jahren gewisse Versuche und Betrachtungen über diesen Punkt (1700 bis 1736). Damals konnte ich keinen besonderen Zustand der intervenirenden Substanz oder des Diamagneticums entdecken: allein gegenwärtig, da ich im Stande gewesen bin, solch einen Zustand nachzuweisen, der nicht nur ein Spannungszustand ist (2227), sondern auch zugleich von den durch die Substanz gehenden magnetischen Linien abhängt, bin ich mehr als je ermuthigt zu glauben, dafs die damals ausgesprochene Ansicht richtig sey.

2241) Obgleich die magnetischen und elektrischen Kräfte keine Wirkung auf den gewöhnlichen oder den depolarisirten Strahl auszuüben *scheinen*, so dürfen wir doch kaum zweifeln, dafs sie einen speciellen Einflufs auf ihn haben,

Digitized by Google

der wahrscheinlich bald durch Experimente dargethan wird. Auch steht nicht anders als zu vermuthen, daſs dieselbe Art von Wirkung auf die übrigen Formen von strahlenden Agentien wie Wärme und chemische Kraft stattfinden werde.

2242) Diese magnetische und elektrische Wirkungsweise und die durch sie dargebotenen Erscheinungen werden, hoffe ich, späterhin die Untersuchung der Natur von durchsichtigen Körpern, von Licht, vom Magneten und deren Wirkung auf einander auf magnetische Substanzen bedeutend unterstützen. Ich bin jetzt mit Untersuchung des neuen magnetischen Zustands beschäftigt, und werde bald der K. Gesellschaft einen ferneren Bericht davon erstatten. Was der mögliche Effect der Kraft in der Erde als Ganzes, oder in Magneten, oder in Relation zur Sonne sey, und wie sich Elektricität und Magnetismus am besten durch Licht entwickeln lassen, sind Gedanken, die mir beständig im Sinne liegen; doch es wird besser seyn, Zeit und Gedanken, unterstützt von Experimenten, auf die Erforschung und Entfaltung reeller Wahrheit, als zur Aufsuchung bloſser Suppositionen zu verwenden.

Royal Institution, 1845, *Oct.* 29.

XII. *Lösung des kürzlich über die Verzweigung galvanischer Ströme aufgestellten Problems für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie; von K. W. Knochenhauer.*

Die in diesen Annalen (Bd. 67, S. 273) mitgetheilte interessante Lösung der Frage nach den Stromstärken in den verschiedenen Zweigen eines auf complicirtere Weise zusammengesetzten Schlieſsungsdrahtes der galvanischen Batterie hat mich veranlaſst den gleichen Fall auch für den Strom der elektrischen Batterie zu betrachten, da er bei Blitzableitern vorkommen kann. Es sey also I (Taf. I Fig. 35)

das Innere der Batterie (aus zwei Flaschen gebildet), A der Auslader, $CEFD$ der verzweigte Theil des Schliefsungsdrahts, bestehend aus den Drähten $CF = d_1$, $FD = d_2$, $CE = d_3$, $ED = d_4$, $EF = d_0$, DG das Luftthermometer in N und GH der Verbindungsdraht bis zur nicht isolirten Aufsenseite der Batterie. Durch den Draht $IAC + DNGH$ geht bei der Entladung der ganze Strom, durch die übrigen fünf Drähte Theile, die mit a_1 a_2 a_3 a_4 a_0 bezeichnet werden mögen. Diese Stromtheile hängen von den compensirten Längen der Drähte ab. Hierzu habe ich in meiner letzten Abhandlung nachgewiesen, dafs bei zwei Zweigen die compensirte Länge der Verbindung gefunden wird, wenn man die Längen der Zweige mit den durch sie hindurchgehenden Stromtheilen multiplicirt, also auch $a'\lambda' = a''\lambda''$, sofern λ' und λ'' die compensirten Längen der Zweige, und a' und a'' die dadurch gehenden Stromtheile angeben. Setzen wir also für den vorliegenden Fall die compensirten Längen der fünf Drähte $= \lambda_1$ λ_2 λ_3 λ_4 λ_0, so bekommen wir folgende Gleichungen:

$$a_1 + a_3 = 1$$
$$a_2 + a_4 = 1$$
$$a_1 + a_0 = a_2$$
$$a_1\lambda_1 = a_3\lambda_3 + a_0\lambda_0$$
$$a_0\lambda_0 + a_2\lambda_2 = a_4\lambda_4$$

und aus diesen:

$$a_1 = \frac{\lambda_0(\lambda_3 + \lambda_4) + \lambda_3(\lambda_2 + \lambda_4)}{(\lambda_1 + \lambda_3)(\lambda_2 + \lambda_4) + \lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}$$

$$a_2 = \frac{\lambda_0(\lambda_3 + \lambda_4) + \lambda_4(\lambda_1 + \lambda_3)}{(\lambda_1 + \lambda_3)(\lambda_2 + \lambda_4) + \lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}$$

$$a_3 = \frac{\lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2) + \lambda_1(\lambda_2 + \lambda_4)}{(\lambda_1 + \lambda_3)(\lambda_2 + \lambda_4) + \lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}$$

$$a_4 = \frac{\lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2) + \lambda_2(\lambda_1 + \lambda_3)}{(\lambda_1 + \lambda_3)(\lambda_2 + \lambda_4) + \lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}$$

$$a_0 = \frac{\lambda_1\lambda_4 - \lambda_2\lambda_3}{(\lambda_1 + \lambda_3)(\lambda_2 + \lambda_4) + \lambda_0(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)}.$$

Bezeichnet man hiernach mit W w_1 w_2 w_3 w_4 w_0 die Widerstände des Drahts $IAC + DNGH$ und der fünf anderen Drähte, ferner mit w den Widerstand der ganzen Draht-

Digitized by Google

verbindung $CEFD$, so ist $w = a_1{}^2 w_1 + a_2{}^2 w_2 + a_3{}^2 w_3 + a_4{}^2 w_4 + a_0{}^2 w_0$, und man bekommt die Intensität der Ströme:

$$i = \frac{k}{W+w}\ , \ i_1 = \frac{a_1 k}{W+w}\ , \ i_2 = \frac{a_2 k}{W+w} \text{ u. s. w.,}$$

eben so die Angaben gleicher Thermometer:

$$\Theta = \frac{C}{W+w}\ , \ \Theta_1 = \frac{a_1{}^2 C}{W+w}\ , \ \Theta_2 = \frac{a_2{}^2 C}{W+w} \text{ u. s. w.,}$$

worin k und C Constanten bedeuten. Die mitgetheilten Formeln für i, i_1, i_2 .... gehen auf die für den galvanischen Strom geltenden über, wenn man nach den Bezeichnungen in der oben citirten Abhandlung λ_1 λ_2 λ_3 λ_4 λ_0, und eben so w_1 w_2 w_3 w_4 w_0 mit r_1 r_2 r_3 r_4 r_0, ferner W mit r und w mit R vertauscht, wie ich diefs schon bei früheren Gelegenheiten angeführt habe.

Zur Prüfung der mitgetheilten Formeln schaltete ich in N das Luftthermometer ein, welches ich früher im Nebenstrom gebraucht hatte; IAC bestand aus dem Auslader und 3′ Kupferdraht (Durchm. 0‴,513) von der in meiner letzten Abhandlung gebrauchten Sorte, eben so GH aus 3′ K.; die eingeschalteten fünf Drähte bestanden theils aus demselben Kupferdraht, theils aus Platin (Durchm. 0‴,081). Die früheren Untersuchungen mit dem Funkenmesser hatten die compensirte Länge von 2′ Pl. $=$ 2′,85 K. gegeben; die Zahl wird auch hier gelten, da das Thermometer, aufser seinem Kupferdrahte, feinen Platindraht einführt, die beide auf die compensirten Längen entgegengesetzt einwirken; doch will ich der Bequemlichkeit wegen 2′ Pl. $=$ 2′,9 K. ansetzen. Ich machte nun zwei doppelte Versuchsreihen. In der ersteren verband ich 1) D unmittelbar mit C, wodurch ich, da $W=1$ angenommen wurde, die Constante C erhielt; 2) war $d_1 = 8'$ K., $d_2 = 1'$ K., $d_3 = 1'$ K., $d_4 = 8'$ K., $d_0 = 2'$ Pl., also $\lambda_1 = \lambda_3 = 1$, $\lambda_2 = \lambda_4 = 8$, $\lambda_0 = 2{,}9$; 3) d_1 bis d_4 ebenso; nur $d_0 = 4'$ Pl., also $\lambda_0 = 5{,}8$; 4) $d_1 = 8'$ K., $d_2 = 2'$ Pl., $d_3 = 1'$ K., $d_4 = 8'$ K., $d_0 = 4'$ Pl., oder $\lambda_1 = \lambda_4 = 8$, $\lambda_2 = 2{,}9$, $\lambda_3 = 1$, $\lambda_0 = 5{,}8$; 5) fiel d_0 fort, also $\lambda_0 = \infty$ und $d_2 = d_3 = 1'$ K., $d_1 = d_4 = 8'$ K.;

Digitized by Google

6) ebenso d_0 fort und $d_3+d_4=9'$ K., $d_1+d_2=2'$ Pl. In den beiden letzten Fällen hat man zwei einfache Zweige, für welche sich die obigen Formeln auf die bereits mitgetheilten reduciren. In der zweiten Versuchsreihe wurde 1) D mit C unmittelbar verbunden; 2) war $d_1=8'$ K., $d_2=1'$ K., $d_3=1'$ K., $d_4=12'$ K., $d_0=2'$ Pl.; 3) d_1 bis d_4 ebenso und $d_0=4'$ Pl.; 4) $d_1=8'$ K., $d_2=2'$ Pl., $d_3=1'$ K., $d_4=12'$ K., $d_0=4'$ Pl.; 5) $d_1=4'$ K., $d_2=4'$ Pl., $d_3=1'$ K., $d_4=12'$ K., $d_0=2'$ Pl. Als Widerstände der Drähte ergaben sich bei $W=1$ der Widerstand von 20′ K. $=0{,}120=0{,}105=0{,}126$, Mittel $=0{,}117$, von 2′ Pl. $=0{,}629$ $=0{,}637=0{,}648=0{,}670=0{,}654=0{,}630$, Mittel $=0{,}645$. In Mittelwerthen aus je vier Beobachtungen folgte nun:

Erste Versuchsreihe.

A.

No.	Θ.	No.	Θ.
1	19,94	4	14,50
2	17,19	5	19,44
3	17,31	6	14,25

B.

No.	Θ.	No.	Θ.
1	23,00	4	17,06
2	19,94	5	22,53
3	19,97	6	16,87

Hiernach auf $C=20{,}00$ reducirt:

No.	Θ beob.		Θ ber.	a_1.	a_2.	a_3.	a_4.	a_0.
1	20,00	20,00	20,00	—	—	—	—	—
2	17,25	17,34	17,29	0,2635	0,7365	0,7365	0,2635	0,4730
3	17,37	17,37	17,18	0,3301	0,6699	0,6699	0,3301	0,3398
4	14,55	14,83	14,93	0,2955	0,5817	0,7045	0,4183	0,2862
5	19,50	19,56	19,51	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0000
6	14,30	14,67	14,64	0,7563	0,7563	0,2437	0,2437	0,0000

Zweite Versuchsreihe.

A.

No.	Θ.	No.	Θ.
1	21,40	4	14,56
2	18,50	5	13,25
3	17,75		

B.

No.	Θ.	No.	Θ.
1	23,81	4	16,09
2	20,06	5	14,56
3	19,56		

Hiernach auf $C=22{,}00$ reducirt:

Digitized by Google

No.	Θ beob.		Θ ber.	a_1.	a_2.	a_3.	a_4.	a_0.
1	22,00	22,00	22,00	—	—	—	—	—
2	19,03	18,53	18,62	0,2804	0,8059	0,7196	0,1941	0,5255
3	18,26	18,07	18,19	0,3614	0,7497	0,6386	0,2503	0,3883
4	14,98	14,87	15,10	0,3311	0,6725	0,6689	0,3275	0,3414
5	13,63	13,45	13,98	0,3578	0,6298	0,6422	0,3702	0,2720

Die Rechnung stimmt mit den Beobachtungen genügend überein, und bestätigt zugleich bei der getroffenen Verbindung des feinen Platindrahts mit dem stärkeren Kupferdraht die Richtigkeit der ganzen Lösung des Problems.

Meiningen, den 1. März 1846.

XIII. *Ueber die Vibrationen, welche ein galvanischer Strom in weichem Eisen hervorruft; von W. Wertheim.*

(*Comp. rend. T. XXII, p.* 336.)

Mehre Physiker haben sich neuerlich mit den Tönen beschäftigt, welche Stäbe oder Drähte von weichem Eisen im Moment des Schliefsens oder Oeffnens einer galvanischen Kette hören lassen, deren Strom man entweder durch eine den Stab oder Draht umgebende Drahtrolle, oder auch durch den Stab oder Draht selber gehen läfst. Diese Erscheinung, von Hrn. Page entdeckt und von Hrn. Marrian bestätigt, ist seitdem von den HH. de la Rive und Matteucci mit besonderer Sorgfalt studirt worden [1]. Diese Physiker haben gelehrt, auf welche Weise man den Ton recht deutlich erhalte, und sie stimmen darin überein, ihn einer Art von Zerren (*tiraillement*) im Innern des Stabes oder einer neuen Anordnung der Eisentheilchen zuzu-

1) S. Ann. Bd. 65, S. 637. — Seitdem ist von Hrn. de la Rive ein weitläufigerer Aufsatz über diesen Gegenstand in den *Archives de l'Electr. T. V, p.* 200, erschienen, wo sich auch (*T. V, p.* 389) die Notiz des Hrn. Matteucci befindet. *P.*

Digitized by Google

schreiben. Allein über die Art der Erzitterungen sind sie verschiedener Ansicht. Hr. de la Rive hält sie für transversale, Hr. Matteucci für longitudinale Schwingungen.

Es schien mir daher vor Allem nöthig, die Natur dieser Schwingungen zu untersuchen. Zu dem Ende befestigte ich einen Stab aus weichem Eisen von 2 Meter Länge und 1 Centim. Seite wohl in seiner Mitte. Jede Hälfte dieses Stabes befand sich in einem Glasrohr von hinreichender Weite, um darin frei schwingen zu können, und diese Röhren waren ihrer ganzen Länge nach mit Kupferdraht von 1 Millimeter Dicke umwickelt. Ein Fernrohr mit Fadenkreuz war an dem einen, aus dem Rohre hervorragenden Ende des Stabes aufgestellt. Der Strom kam von einer Säule aus zwanzig Bunsen'schen Elementen, und die Unterbrechungen geschahen mittelst eines Rheotoms, der, um alles Geräusch und jede fremdartige Bewegung zu entfernen, sich in einem Nebenzimmer befand. Nachdem das Fadenkreuz des Fernrohrs auf einem sehr feinen Punkt am Stabe eingestellt worden, schloſs man die Säule. Augenblicks hörte man sehr deutlich den longitudinalen Ton, und man sah das Merkzeichen nicht allein im Sinne der Länge des Stabes sich bewegen, sondern auch in einer darauf winkelrechten Richtung. Diese Seitenbewegung, welche immer von sichtbaren Transversalschwingungen begleitet war, blieb dieselbe, welch eine Lage der Stab auch gegen den magnetischen Meridian haben mochte; allein sie ging, je nach den verschiedenen Lagen der Röhren, bald nach der einen, bald nach der anderen Seite, oder vielmehr nach oben oder nach unten.

Um diese Bewegungen besser zu studiren, ersetzte ich die beiden Spiralen, deren erwähnt wurde, durch eine groſse Drahtrolle, welche Hr. Breguet so gut war mir zu leihen. Dieselbe hat 19 Centimeter inneren Durchmesser, und besteht aus 1336 Meter Kupferdraht von $2^{mm},5$ Durchmesser. Nachdem diese Rolle so gelegt worden, daſs ihre Axe horizontal war und mit der Axe des Stabes zusammenfiel, schloſs man die Säule. Der longitudinale Ton, obwohl

Digitized by Google

schwach, war dennoch vernehmbar; der Stab verrückte sich ein wenig im Sinne der Axe, und es zeigten sich weder transversale Verschiebungen noch transversale Vibrationen; so wie man ihn aber außerhalb der Mitte legte, wurde er, im Moment des Schließens der Kette, von dem nächsten Punkt der Drahtrolle angezogen, und er kam nicht eher wieder in seine frühere Lage, als bis man den Strom unterbrach; zugleich vibrirte er transversal um jede dieser beiden Lagen.

Man sieht also, daß man den Stab, wenn man ihn den entsprechenden Punkten des Umfangs der Drahtrolle nähert, horizontal oder vertical oder in irgend einer intermediären Richtung biegen kann.

Wahrscheinlich ist dieses bei einem Versuch geschehen, welcher der Academie von Hrn. Guillemin mitgetheilt wurde. Bei diesem Versuch sah Hr. Guillemin einen (horizontalen), von einem Schraubendraht umgebenen und an einem Ende mit Gewichten belasteten Eisenstab sich beim Schließen des Strom sichtbar geradrichten. Hr. Guillemin schreibt diese Bewegung einer durch den Strom bewirkten Zunahme der Elasticität des Eisens zu. Nach den Versuchen, die ich früher über denselben Gegenstand angestellt habe [1]), nimmt aber der Elasticitätscoëfficient keineswegs zu, sondern ab durch Wirkung der Magnetisirung. Ueberdieß kann die Aenderung des Pfeils aus dieser Ursache niemals so bedeutend seyn, als sie in diesem Falle beobachtet wurde. Der Versuch erklärt sich dagegen ohne Schwierigkeit durch die eben gemachten Beobachtungen. Denn der Stab, durch das Gewicht gekrümmt, mußte sich aus der Axe des Drahtgewindes entfernen; er wurde also von einem Theil dieses Gewindes angezogen oder abgestoßen. Dieß macht zugleich die Größe dieser Bewegung begreiflich; denn wenn man den Stab der Wand der Drahtrolle etwas nahe bringt, erhält man leicht einen Krümmungspfeil von mehren Millimetern.

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III, T. XII, p.* 610. (Annalen, Ergänzungsband II, S. 99.)

Es blieb zu wissen, ob die longitudinale Bewegung des Merkzeichens von einer wirklichen Verlängerung der einen Hälfte des Stabes oder von einer Verschiebung des ganzen Stabes abhing, in welchem letzten Fall der Schraubstock, worin er eingespannt war, etwas gewichen seyn mufste. Zu dem Ende und um den Stab die gröfstmögliche Beweglichkeit zu geben, legte ich ihn auf zwei Glascylinder. Im Moment der Herstellung des Stroms wurde der Stab lebhaft von der Drahtrolle angezogen und wenigstens um ein Millimeter verschoben. Es ist also klar, dafs die Drahtrolle einen starken Zug auf den Stab parallel mit seiner Axe ausübt, und dafs dieser Zug den Stab zu verlängern trachtet. Ist er aber so stark, dafs er eine sichtbare Verlängerung ausüben kann? Diefs hoffe ich bald entscheiden zu können mittelst eines mikroskopischen Apparats, dessen Anfertigung Hr. Breguet so gut war zu übernehmen.

Ich wiederholte hierauf die Versuche, die schon gemacht wurden, um Töne in Eisendrähten hervorzubringen. Zu dem Ende spannte ich einen weichen Eisendraht auf einem longitudinalen Sonometer mit bronzenen Zwingen aus. So vorgerichtet, giebt er leicht einen Longitudinalton durch Reiben, und derselbe Ton wird auch vernehmbar, wenn man den Strom entweder direct durch den Draht oder durch eine ihn umgebende Spirale leitet. Nur ist im ersten Fall der Ton etwas tiefer. Den Transversalton habe ich nicht unterscheiden können, selbst wenn ich den Draht aufserhalb der Mitte der Spirale anbrachte. Dagegen hört man mehre, wenn man sich eines gewöhnlichen Sonometers bedient; allein bei diesen Instrumenten ist das Stück der Saite, welches schwingen soll, nicht genau abgegränzt, die Wirbel geben nach, der Kasten geräth in Schwingungen, und man hört ein verworrenes Geräusch, ein Glockenspiel von Tönen, wie sich Hr. de la Rive ausdrückt.

Alle diese Versuche scheinen mir durch die magnetische Wirkung der Spirale selbst leicht erklärlich, und ich glaube sogar, dafs sie dazu dienen können, die Lage der Pole in einem den galvanischen Strom leitenden Drahtgewinde und

die Gesetze von dessen magnetischer Kraft genauer zu studiren, als es bisher geschehen.

In der That, im Augenblick, da man den Strom herstellt, werden Stab und Drahtgewinde zu Elektromagneten, die sich wechselseitig anziehen. Ich habe keinen Fall von Abstofsung bemerkt, es sey denn in einem Versuch mit Eisenfeilicht, den ich nach Hrn. de la Rive wiederholt habe. Ein Theil des auf eine Glasplatte gestreuten Feilsels nähert sich der Mitte im Moment, da man die Platte, winkelrecht auf die Axe der Drahtrolle, in diese einführt.

Uebrigens bliebe das Resultat sich gleich, wenn statt der Anziehung eine Abstofsung stattfände. Die Anziehung, welche jedes Element des Drahtgewindes auf den Stab ausübt, läfst sich in zwei Kräfte zerlegen, deren eine parallel und die andere winkelrecht zur Axe ist. Zerlegt man so die Anziehungen, die von allen Elementen einer ganzen Windung der Drahtrolle herrühren, so sieht man, dafs alle winkelrechten Componenten sich gegenseitig compensiren, während die parallelen Componenten sich addiren; und es ist einerlei, aus wie vielen Windungen die Spirale besteht. Befindet sich also der Stab in der Mitte des Gewindes, so kann er im Moment der Herstellung des Stroms weder nach der einen, noch nach der anderen Seite ausweichen, vielmehr wird er im Sinne der Axe gezogen. Dieser plötzliche Zug, welcher den Stab zu verlängern oder zu verkürzen sucht, verursacht den Ton auf eine ganz mechanische Weise, eben so wie es das Reiben oder ein in dieser Richtung gegebener Schlag thun würde. Man kann sogar mechanisch durch eine einzige Spannungsänderung einen trocknen und kurzen Ton hervorbringen, der vollkommen identisch mit dem aus der Wirkung des Stroms entspringenden ist. Man braucht nämlich nur auf einem Longitudinal-Sonometer eine Metallsaite etwas stark auszuspannen und hierauf eine der beiden Zwingen sanft aufschrauben; im Moment, wo der Draht plötzlich abgespannt wird, läfst er den eben erwähnten Ton hören, und diese Erzeugungsweise desselben

Digitized by Google

ben scheint mir vollkommen analog der, welche im Moment der Unterbrechung des Stroms stattfindet.

Wenn man zwei gleiche Spiralen superponirt und von einem selben Strom in entgegengesetztem Sinne durchlaufen läfst, compensiren sich die horizontalen Componenten, so gut wie die auf der Axe winkelrechten, folglich entsteht kein Ton mehr.

Bringt man nun den Stab oder den Draht aufserhalb der Mitte der Spirale, so können die horizontalen Componenten einander nicht mehr compensiren, und der Stab, ungeachtet er seinen Longitudinalton giebt, wird gegen die Spirale gezogen, durch eine Kraft, die abhängt von der Stärke des Stroms, dem Gesetz der Anziehung und den Abstand des Stabes von der Mitte. Sind die Dimensionen und der Elasticitätscoëfficient des Stabes bekannt, und ist der Ablenkungswinkel durch den Versuch gegeben, so wird man die Stärke der Resultante ohne weiteres in Gewichten ausdrücken können. Offenbar vermag dieser Seitenzug einen Transversalton hervorzubringen, der neben dem Longitudinalton bestehen wird. Endlich erklärt sich auch auf analoge Weise die Entstehung des Tons bei hindurchgeleitetem Strom. Zufolge der Versuche des Hrn. de la Rive bedarf es zu derselben, dafs der Draht einen gewissen Leitungswiderstand darbiete; er wird sich also im Moment, wo man den Strom durchsendet, vermöge seiner Erwärmung und der Schwächung seiner Elasticität, plötzlich abspannen, und, wenn man den Strom unterbricht, eben so seine frühere Spannung wieder annehmen. In beiden Fällen mufs er einen Longitudinalton geben, und das geschieht auch wirklich [1]).

1) Einige durch diesen Aufsatz veranlafste Discussionen folgen wo möglich im nächsten Heft. *P.*

Digitized by Google

XIV. *Ueber die Leitungsfähigkeit des Erdbodens für galvanische Ströme.*

Bekanntlich ist der Erdboden ein so guter Leiter für galvanische Ströme, dafs man ihn, wie Steinheil zuerst gezeigt (*Rede über die Telegraphie*, 1838, oder Schumacher's Jahrbuch für 1839, S. 172), bei elektro-magnetischen Telegraphen statt eines der beiden, die Stationen verbindenden Metalldrähte anwenden kann. Der Widerstand, den er dabei leistet, ist so gut wie Null; denn wenn er von zwei gleichen Drähten den einen in der Schliefsung ersetzt, steigt die Stromstärke nahezu auf das Doppelte, nach den neuerlich von Breguet zwischen Paris und Rouen angestellten Versuchen selbst dann, wenn der Volta'sche Apparat nicht durch grofse Platten mit dem Boden in Verbindung gesetzt ist (*Compt. rend. T. XXI, p.* 760). Die Kleinheit dieses Widerstands hat zu zwei Hypothesen Anlafs gegeben. Nach der einen ersetzt die Erde durch die Dimensionen was ihr an Leitungsfähigkeit abgeht; nach der anderen bildet sich in ihr kein Strom, sondern sie leitet nur die freien Elektricitäten an den Polen des Apparates ab. Um über diese Hypothesen zu entscheiden hat Hr. Matteucci folgenden Versuch angestellt. Er verbindet die Pole einer Bunsen'schen Säule von zehn Elementen mit zwei Brunnen, die 160 Meter von einander entfernt sind. In gerader Linie zwischen ihnen befinden sich zwei andere Brunnen, 30 Meter auseinander, und respective 80 und 50 von den ersteren. In diese intermediären Brunnen bringt er die mit Ansätzen von Silber oder Platin versehenen Enden eines Galvanometers mit sehr langem Draht. Nun schliefst er die Säule, und augenblicklich wird die Galvanometernadel um 35 bis 40 Grade abgelenkt. Daraus folgert denn Hr. Matteucci, dafs wenn der Erdboden in den Kreis einer Volta'schen Batterie gebracht wird, wirklich ein Strom durch ihn hingehe. (*Compt. rend. T. XXII, p.* 86. — Wenn aber der Widerstand des Erdbodens so gut wie Null ist, wie konnte denn hier, bei einer so kleinen Strecke wie 30 Meter, noch ein Theil des Stroms in den langen Galvanometerdraht übergehen? *P.*)

Digitized by Google

XV. *Ueber das specifische Gewicht der Kieselerde; von F. Graf Schaffgotsch.*

Vor längerer Zeit hat bereits Fuchs in seiner gedankenreichen Abhandlung über den Amorphismus [1]) auf die grofse Verschiedenheit aufmerksam gemacht, welche die im Mineralreiche als Opal und Quarz vorkommende Kieselerde in diesen beiden Zuständen sowohl hinsichtlich ihres chemischen Verhaltens, als in Bezug auf ihr specifisches Gewicht darbietet. Opal ist, nach dem genannten Naturforscher, amorphe Kieselerde, ist in Kalilauge ungleich löslicher und von weit geringerem spec. Gewicht, als Quarz, d. i. krystallisirte Kieselerde. Täuschung könnte hiebei zwar in sofern stattzufinden scheinen, als sich im Opale stets Wasser findet, doch ist es leicht zu beweisen, dafs auf letzterem das abweichende Verhalten des Opals nicht beruht. Zu dem Ende braucht man dieses Mineral nur durch Ausglühen seines oft sehr geringen Wassergehaltes zu berauben; es bleibt nach dieser Behandlung leichtlöslich in Kali. Ebenso verhält sich, nach Fuchs, die chemisch präparirte Kieselerde, welche gleich dem Opal als amorpher Körper zu betrachten ist.

Ueber das spec. Gewicht des geglühten Opals und der chemisch präparirten Kieselerde, welche wir in der Folge schlechthin chemische Kieselerde nennen wollen, ist meines Wissens noch keine Untersuchung veröffentlicht worden; ich habe, um diese Lücke auszufüllen, eine Reihe von Versuchen angestellt, welche, in Verbindung mit vergleichenden Versuchen an ungeglühtem Opal und Quarz, den wesentlichen Inhalt des vorliegenden Aufsatzes ausmachen.

Es haben nun allerdings diese Versuche im Allgemeinen das vorauszusehende Ergebnifs geliefert, dafs geglühter Opal und chemische Kieselerde viel leichter sind, als Quarz, letztere ungefähr um den sechsten Theil; doch wurde am ge-

1) N. Jahrb. d. Ch. u. Ph. v. Schweigger-Seidel, Bd. VII, S. 418.

Digitized by Google

glühten Opal der unerwartete, und, ich darf wohl sagen, befremdende Umstand beobachtet, dafs sein spec. Gewicht, wenn er bis zur Entfernung seines ganzen Wassergehalts geglüht worden, weit unter dem spec. Gewicht der chemischen Kieselerde liegt, dafs es aber durch fortgesetztes Glühen ohne Aenderung des absoluten Gewichts beständig steigt und zuletzt mit dem spec. Gewicht der chemischen Kieselerde zusammenfällt. Diese durch Glühen bewirkte Erhöhung des spec. Gewichts ist der von H. Rose an der Titansäure wahrgenommenen Erscheinung analog; doch ist der Unterschied zwischen leichter und schwerer Titansäure geringer, als zwischen leichter und schwerer Kieselerde; er kann bei letzterer, wie wir sehen werden, gegen 50 Procent betragen.

Welches ist nun aber der Grund eines so auffallenden Verhaltens? Ich wage nicht, diese sich von selbst darbietende Frage bestimmt zu beantworten, halte aber für gewifs, dafs man die Erklärung nicht in kleinen, beim Ausglühen des Opals *an die Stelle des Wassers* tretenden und bei der hydrostatischen Wägung leer bleibenden Zwischenräumen zu suchen habe, weil die grofse Erniedrigung des spec. Gewichts der ausgetriebenen, oft sehr kleinen Wassermenge gar nicht entspricht. Dagegen scheinen mir folgende zwei Fälle denkbar.

Erstens kann man sich vorstellen, dafs der durch Glühen entwickelte Wasserdampf die Masse des Opals innerlich zerreifst, d. h. im Inneren auch des kleinsten Pulverstücks eine Unzahl der feinsten Risse oder Sprünge hervorruft, welche natürlich das Volumen der Opalstückchen vergröfsern, und wegen ihrer Kleinheit, wenn man das Mineral behufs der hydrostatischen Wägung unter Wasser bringt, selbst wenn man es mit Wasser kocht, sich nicht mit dieser Flüssigkeit anfüllen lassen. Alsdann wäre das von mir für den geglühten Opal gefundene niedere spec. Gewicht, streng genommen, nur scheinbar; gleichwohl würde ich die Bekanntmachung meiner Resultate auch in diesem Falle nicht bereuen; denn das erwähnte Verhalten des Opals ist erstens immer an sich beachtenswerth, zweitens wären jene Resul-

Digitized by Google

tate in einer Zeit, wo man dem spec. Gewichte auch nicht gasförmiger Körper ein fast gleiches Interesse schenkt, als dem Atomgewichte, und wo man aus dem Quotienten beider Gewichte das Atomvolumen ableitet, wohl geeignet, die solchen Forschungen entgegenstehenden Schwierigkeiten anschaulich zu machen. Ich will noch bemerken, daſs ich am geglühten Hyalithpulver, welches auf concentrirter Schwefelsäure schwimmt, bei 230facher Linearvergröſserung eine den bandartigen Zeichnungen des Chalcedons ähnliche Streifung wahrgenommen habe.

Was den zweiten der oben angedeuteten möglichen Fälle betrifft, so kann man sich vorstellen, daſs es zwei Modificationen der amorphen Kieselerde gebe, eine mit der chemischen identische schwerere vom spec. Gewicht 2,2, und eine leichtere mit einem 1,4 nicht übersteigenden spec. Gewicht. Erstere müſste, während der Opal bei starker Erhitzung sein Wasser abgiebt, in letztere, und letztere bei anhaltendem Glühen wiederum in erstere übergehen. Diese, ich gestehe es, wenig wahrscheinliche Annahme läſst sich vielleicht begründen, wenn es gelingt, einen wesentlichen *chemischen* Unterschied zwischen schwerer und leichter amorpher Kieselerde nachzuweisen.

Nach dieser theoretischen Erörterung wende ich mich zu den Versuchen, und zwar zunächst zur Beschreibung der dazu verwendeten Substanzen.

Der hinsichtlich des spec. Gewichts zum Ausgangspunkt genommene Quarz ist wasserheller, nur auf der Oberfläche hie und da gelblich gefärbter Bergkrystall von Jerischau in Schlesien, welcher nach $\frac{3}{4}$ stündigem Glühen 0,0015 Grm. auf 2,0155 Grm. oder 0,7 pro Mille verlor. Der untersuchte Sandstein ist Quadersandstein aus der sächsischen Schweiz. Er ist zerreiblich, von hellgraugelber Farbe, und erscheint unter dem Mikroskop als ein Conglomerat von Quarzstückchen ohne wahrnehmbares Bindemittel. Ein Gehalt an kohlensaurem Kalk läſst sich durch Salzsäure nicht nachweisen; der Glühverlust des getrockneten Pulvers betrug 0,003 Grm. auf 1,36 Grm., also 2,6 pro Mille.

Die chemische Kieselerde wurde theils aus Natrolith von

Digitized by Google

Bockstein, theils aus Analcim von der Seifser Alp, theils aus kieselsaurem Natron, und zwar immer durch Ausscheidung mittelst Salzsäure und starkes Glühen der Kieselgallert erhalten. Das kieselsaure Natron war durch Schmelzen von Quarzpulver oder geglühtem Opalpulver mit dem dreifachen Gewicht kohlensauren Natrons dargestellt.

Von opalartigen Mineralien wurden untersucht der sogenannte Schwimmkiesel von St. Ouen bei Paris, der Geyserit oder Kieselsinter des Geysers, der Kacholongopal von den Faröern, endlich die Hyalithe von Zimapan in Mejiko und von Waltsch in Böhmen.

Der Schwimmkiesel, nach Ehrenberg meist verkieselte Spongien, ist gelblichweifs, von zelligem, bimsteinartigem Gefüge und mattem erdigen Bruch. Der Name des Minerals rührt daher, dafs es, auf Wasser geworfen, eine Zeit lang schwimmt, bis es hinlänglich vom Wasser durchzogen ist. Die chemische Untersuchung ergab Folgendes: Salzsäure löste unter Brausen Kalkerde und Thonerde. Der Rückstand, welcher auf 1,022 Grm. lufttrocknen Pulvers 0,868 Grm. oder 84,9 Proc. betrug, erwies sich, mit kohlensaurem Natron geschmolzen und qualitativ analysirt, als fast reine, nur unbedeutend durch Kalkerde und Thonerde verunreinigte Kieselerde. Aus der mit Salzsäure aus dem Schwimmkiesel gewonnenen Auflösung fällte Ammoniak 0,007 Grm. oder 0,7 Proc. Thonerde. An kohlensaurer Kalkerde wurden 0,091 Grm. oder 8,9 Proc. erhalten. Es bleiben für das Wasser 5,5 Proc. als Verlust. Der Glühverlust des lufttrocknen Minerals mufs der Summe des Wassers und der von der Kalkerde abgegebenen Kohlensäure, also 9,4 Proc. gleichkommen; der directe Versuch gab 0,046 Grm. auf 0,498 Grm., d. h. 9,2 Proc. Der bei 80° R. getrocknete Schwimmkiesel zeigte einen Glühverlust von 0,120 Grm. auf 1,650 Grm. oder 7,3 Proc. Nach dem Vorhergehenden enthält das bei 80° getrocknete Mineral, unter der Voraussetzung, dafs sämmtliche durch Salzsäure ausziehbare Kalkerde ursprünglich als kohlensaure eingemengt ist, in hundert Theilen:

Digitized by Google

Unreine Kieselerde	86,9
Thonerde	0,7
Kohlensaure Kalkerde	9,1
Wasser	3,3
	100,0.

Auf das geglühte Mineral kommen dann 93,6 Proc. Kieselerde, 0,8 Proc. Thonerde und 5,6 Proc. Kalkerde. Uebrigens scheint die Mischung des Schwimmkiesels zu wechseln. Vauquelin fand darin auf 98 Theile Kieselerde 2 Theile kohlensaure Kalkerde.

Der Geyserit ist gelbgrau, theils matt, theils fettglänzend, von unebenem Bruch und dünnschaliger Absonderung. Härte =6. Chemisch untersucht wurde er von Klaproth, Forchhammer und Kersten. Klaproth fand in dem, offenbar geglühten, Mineral 98 Proc. Kieselerde, 1,5 Proc. Thonerde und 0,5 Proc. Eisenoxyd. Forchhammer ist geneigt, es für eine bestimmte chemische Verbindung, für ein wasserhaltiges, übersaures Silicat zu halten; es scheint mir natürlicher, in den aufser Kieselerde und Wasser vorkommenden Bestandtheilen bloſse Verunreinigungen zu sehen, deren Menge wechseln kann. Ich habe nur den Glühverlust des bei 60° R. getrockneten Sinters bestimmt; er betrug 0,3815 Grm. auf 3,592 Grm. oder 10,6 Proc.

Der Kacholongopal von den Faröern ist milchweiſs, schwachglänzend, von flachmuschligem Bruch. Härte =6. Beim Glühen decrepitirt er heftig. Forchhammer fand darin, abgesehen von den unwesentlichen Bestandtheilen, 95,3 Proc. reine Kieselerde und 3,5 Proc. Wasser.

Die Hyalithe von Zimapan und Waltsch sind sich zum Verwechseln ähnlich, nur erscheint jener in viel gröſseren traubigen Bildungen als dieser. Beide sind vollkommen wasserhell, von starkem Glasglanz und muschligem Bruch. Härte =7. Beim Glühen findet kein oder nur ein höchst schwaches Verknistern statt; die Farbe wird dabei milchweiſs. Der Glühverlust war beim amerikanischen Minerale in einem Versuche 0,0225 Grm. auf 0,786 Grm. oder 2,9

Digitized by Google

Proc., in einem anderen 0,064 Grm. auf 2,548 Grm., d. i. 2,5 Proc. Der Glühverlust des Waltscher Hyaliths beträgt nach v. Kobell gegen 4 Proc.; ich fand einmal 0,073 Grm. auf 2,363 Grm., d. h. 3,1 Proc., ein andermal 0,0755 Grm. auf 2,5805 Grm., d. h. 2,9 Proc. Von dem Glührückstand wurden 1,885 Grm. mit dem dreifachen Gewicht kohlensauren Natrons geschmolzen; die Analyse, auf bekannte Weise ausgeführt, gab 1,856 Grm. oder 98,4 Proc. Kieselerde, 0,015 Grm. oder 0,8 Proc. Eisenoxyd, und 0,005 Grm. oder 0,3 Proc. Kalkerde. Die procentische Mischung des ungeglühten Minerals ist hienach:

Kieselerde	95,5
Eisenoxyd	0,8
Kalkerde	0,2
Wasser	3,0
	99,5.

Der Glühverlust ist hier, wie auch sonst, als Wasser aufgeführt; doch wäre es, glaube ich, einer besonderen Untersuchung werth, ob die opalartigen Mineralien beim Glühen wirklich nichts anderes als Wasser verlieren.

Wenden wir uns jetzt zur Beschreibung der Versuche selbst, zur Auseinandersetzung des dabei beobachteten Verfahrens.

Man findet das spec. Gewicht eines festen Körpers bekanntlich, indem man sein Gewicht durch das Gewicht eines dem Volumen des Körpers gleichen Wasservolumens dividirt, und pflegt zweierlei Methoden zur Bestimmung des Divisors anzuwenden. Entweder wägt man den Körper, in Wasser schwebend; dann ist der Unterschied zwischen diesem Gewicht und dem des in der Luft gewogenen Körpers der gesuchte Divisor, nämlich das Gewicht einer gleichen Raum einnehmenden Wassermenge. Oder man wägt die beiden Wassermengen, welche ein bestimmtes Gefäfs aufzunehmen im Stande ist, wenn man es einmal ohne weiteres, ein andermal nach Einbringung des zu untersuchenden Körpers mit Wasser füllt; auch dann ist die Differenz beider Zahlen der gesuchte Divisor. Ich habe von beiden Me-

Digitized by Google

thoden Gebrauch gemacht, und zwar diente mir bei Befolgung der ersten in einigen Fällen die gewöhnliche hydrostatische Vorrichtung, welche in einem flachen, an einem dünnen Platindraht hängenden Glasschälchen besteht, und nur für nicht pulverförmige Substanzen geeignet ist; in der Regel aber gebrauchte ich, nach dem Beispiele der HH. G. und H. Rose, einen fingerhutförmigen, an einem Frauenhaar aufhängbaren Platintiegel, der 9,3 Grm. wiegt und 7,9 Grm. Wasser faſst. Die Bestimmung des spec. Gewichts geschah damit auf folgende Weise. Zuerst, und zwar vor jedem einzelnen Versuch, wurde der Apparat sowohl in der Luft, als im Wasser auf das Genaueste tarirt, sodann mit dem ganz nassen, zuvor eine Stunde lang mit Wasser ausgekochten Pulver der zu prüfenden Substanz gefüllt und endlich nach vollständiger Klärung des Gemenges von Wasser und Pulver hydrostatisch gewogen. Hierauf wurde der Tiegel aus dem Wasser genommen und bis zur vollständigen Austrocknung der Substanz im Wasserbade erhitzt, dann mit aufliegendem Deckel geglüht und gewogen. Bei Befolgung der zweiten Methode wandte ich zwei Glasfläschchen mit eingeriebenem Stöpsel an. Das eine, von dickem Glase, wog 29,4 Grm. und faſste 7,9 Grm. Wasser; das andere, aus sehr dünnem Glase gearbeitet, wog 3,9 Grm. und hielt 12,0 Grm. Wasser. Beim Gebrauch wurde eins dieser Fläschchen zuerst genau tarirt, dann das zu untersuchende Pulver in frischgeglühtem Zustande hineingebracht und nach geschehenem Verschluſs gewogen. Hierauf öffnete ich das Gefäſs, füllte es mit vorsichtig hinzugetröpfeltem Wasser bis etwa zur Mitte des Halses, und stellte es nach starkem Schütteln unter die Glocke einer Handluftpumpe. Die Evacuation, welche jetzt, und zwar wegen Aufblähung des Flascheninhalts ganz allmälig stattfand, wurde unter beständiger Erschütterung des Pumpentellers so lange fortgesetzt oder wiederholt, bis bei plötzlichem Zulassen der äuſseren Luft nicht die geringste Senkung des Wasserspiegels im Flaschenhalse zu bemerken war. Alsdann wurde das Fläschchen bis zum oberen Rande des Halses

Digitized by Google

mit Wasser gefüllt, der zuvor benetzte Stöpsel mit Kraft hineingedreht, und in einer bestimmten, bei sämmtlichen Versuchen wiederkehrenden Stellung fixirt. Die darauf folgende Operation, die namentlich an der Berührungsstelle zwischen Stöpsel und Rand ziemlich mühsame Abtrocknung des Fläschchens, bewerkstelligte ich mittelst spitz zugeschnittener Fliefspapierstreifen, wobei Erwärmung durch die Hände sorgfältig zu vermeiden war. Nun wurde gewogen. Es versteht sich von selbst, dafs auch das Gewicht des mit blofsem Wasser gefüllten Fläschchens bestimmt werden mufste. Diese Füllung geschah bei derselben Temperatur, als die vorige. Die beiden später zu erwähnenden Versuche mit flüchtigen Oelen wurden auch mit Hülfe einer Stöpselflasche angestellt.

Bevor ich mich zur Darlegung der ermittelten Zahlenwerthe wende, habe ich noch einige Worte über das so häufig angewandte Glühen und Pulvern zu sagen. Ersteres fand in der Regel über einer gewöhnlichen Weingeistlampe mit doppeltem Luftzug statt, mitunter, und dann ist diefs stets besonders erwähnt, in einem Windofen von $0^m,22$ innerem Durchmesser. Das Pulvern geschah durch wiederholtes Zerklopfen des in Papier gewickelten Minerals mit Hammer und Ambofs, und Entfernung der gröberen Bruchstücke mittelst eines feinen Drahtsiebes oder eines noch feineren Haarsiebes.

In der nachstehenden Uebersicht der Resultate sind die Versuche mit laufenden Nummern versehen, um spätere Citationen zu erleichtern. Der links vom Doppelpunkte stehende Divisor ist das in Grammen ausgedrückte Gewicht eines dem Volum des geprüften Körpers gleichen Wasservolumens, der rechts stehende Dividend ist das absolute Gewicht des Körpers in Grammen, und der Quotient rechts neben dem Gleichheitszeichen sein specifisches Gewicht. Das letztere ist noch besonders in Procenten vom spec. Gewicht des Quarzes berechnet, dieses =2,653 gesetzt. Die Temperaturen sind in Réaumür'schen Graden angegeben. Der Gebrauch der besprochenen drei Vorrichtungen vertheilt

Digitized by Google

sich auf sämmtliche Versuche in folgender Weise. Das Glasschälchen diente bei Versuch 1. 24. 29. 33 und 34, der Fingerhut von Platin bei Versuch 4. 5. 6. 10. 11. 13. 14. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 28. 30. 31. 32. 37. 38. 39. 40. 41; die kleinen Glasflaschen bei den übrigen Versuchen, und zwar die aus dünnem Glase bei Versuch 2. 3. 12. 15. 27. 35. 36, die andere bei Versuch 7. 8. 9. 16. 25. 26.

I. Quarz und Sandstein.

1)	Zwei Quarzkrystalle	7,640	: 20,260	=2,652	100,0	Proc.	15°
2)	Krystallbruchstücke	0,782	: 2,081	=2,661	100,3	-	14°½
3)	Andere Krystallbruchstücke, geglüht	0,761	: 2,014	=2,647	99,8	-	14°
4)	Geglüht. Quarzpulver	2,670	: 7,088	=2,655	100,1	-	11°
5)	Dasselbe	2,665	: 7,058	=2,649	99,8	-	11°
	Mittel der 5 Versuche			=2,653	100	-	13°
6)	Gegl. Sandsteinpulv.	2,9215	: 7,7520	=2,653	100,0	-	13°

II. Chemische Kieselerde.

7)	Chem. Kieselerde aus Natrolith	0,9265	: 2,0555	=2,22	83,6	Proc.	13°
8)	Chem. Kieselerde aus Analcim	1,1490	: 2,5345	=2,21	83,2	-	12°½

Dieselbe, in rectificirtem Steinöl gewogen, gab 1,0305 : 2,8985 in Bezug auf Steinöl von 12°. Das spec. Gewicht des letzteren wurde gefunden 7,9235 : 6,2235=0,7854 bei 12°, ein andermal 7,923 : 6,223=0,7854 bei 13°; daraus folgt:

9)	Kieselerde aus Analcim	$\frac{1,0305}{0,7854}$	: 2,8985	=2,21	83,3	Proc.	12°

Die vorige, im Windofen ¾ Stunden heftig geglüht:

10)	Kieselerde aus Analcim	1,172	: 2,5665	=2,19	82,6	Proc.	12°½
11)	Dieselbe abermal gew.	1,165	: 2.5555	=2,19	82,7	-	12°
12)	Kieselerde aus Quarz	0,619	: 1,3545	=2,19	82,5	-	15°
13)	Andere Kieselerde aus Quarz	0,881	: 1,967	=2,23	84,2	-	11°
14)	Kieselerde aus Kacholong	0,475	: 1,040	=2,19	82,5	-	11°
15)	Kieselerde aus Hyalith von Waltsch	1,0615	: 2,3405	=2,21	83,1	-	12°½
	Mittel der 9 Versuche			=2,20	83,1	-	12°½

Digitized by Google

Ich erwähne mit Dank, dafs Hr. Gibbs im Laboratorium des Hrn. H. Rose auf meinen Wunsch die Gefälligkeit hatte, auch seinerseits das spec. Gewicht der Kieselerde des siebenten Versuchs zu bestimmen; er fand 2,24 mittelst des Platinapparats. — Die Kieselerde des neunten Versuchs verlor im Windofen 0,014 Grm. auf 2,8005 Grm., also ½ Proc.; diefs rührt wahrscheinlich daher, dafs sie durch die starke Erhitzung weniger hygroskopisch geworden war.

III. Opalartige Mineralien.

16)	Gegl. Schwimmkieselpulver	0,7665 : 1,761 =2,30	86,6	Proc.	13°½
17)	Dasselbe von anderer Bereitung	1,272 : 2,897 =2,28	85,8	-	12°
18)	Schwimmkieselpulver, durch Salzsäure gereinigt, anhaltend schwach geglüht	2,087 : 4,109 =1,97	74,2	-	14°½
19)	Id. 4 Stunden hintereinander geglüht	1,3125 : 2,5970=1,98	74,6	-	14°½
20)	Geyseritpulv. heftig gegl.	3,208 : 6,373 =1,99	74,9	-	12°½
21)	Dasselbe, noch ¾ St. gegl.	2,8285 : 5,7130=2,02	76,1	-	12°½
22)	Id. noch 3 Stund. gegl.	2,162 : 4,552 =2,11	79,4	-	12°½
23)	Id. noch 1 St. im Windofen geglüht	1,312 : 2,918 =2,22	83,8	-	12°½
24)	Nicht geglühter Kacholong, Stücke	1,9535 : 3,8415=1,97	74,2	-	14°
25)	Gegl. Kachol. in Stücken	1,713 : 3,1115=1,82	68,5	-	14°

Derselbe, gepulvert und in rectificirtem Terpenthinöl gewogen, gab: 1,885 : 3,9965 in Bezug auf das Oel, dessen spec. Gewicht ich bei 12° gleich 7,924 : 6,830=0,8619 gefunden; daraus ergiebt sich:

26)	Geglüht. Kacholongpulver	$\frac{1,885}{0,8619}$: 3,9965=1,82	68,8	Proc.	12°
27)	Dasselbe	2,890 : 5,316 =1,84	69,2	-	14°
28)	Dasselbe	2,394 : 4,342 =1,81	68,4	-	11°½
29)	Hyalith von Zim., ungeglühte Stücke	0,7615 : 1,6585=2,18	82,1	-	10°
30)	Derselbe in Stücken 2 Stunden lang geglüht, mit Wasser übergossen und auf 12 Stunden in's Vacuum gebracht:	1,657 : 3,224 =1,95	73,3	Proc.	12°
31)	Id. gepulvert u. geglüht	1,8545 : 3,788 =2,04	77,0	-	12°
32)	Id. im Windofen noch 1 Stunde geglüht	1,615 : 3,548 = 2,20	82,8	-	13°½

Digitized by Google

33)	Hyal. v. W. ungegl. Stücke	1,3700 : 2,9615	=2,16	81,4 Proc.	14°
34)	Id. andere Stücke	1,100 : 2,370	=2,15	81,2 -	12°
35)	Derselbe, gegl. Stücke	0,8480 : 1,1795	=1,39	52,4 -	14°$\frac{1}{2}$
36)	Voriger, gepulvert	1,208 : 1,682	=1,39	52,5 -	14°$\frac{1}{3}$

In den beiden letzten Versuchen war die Luft nicht mittelst der Luftpumpe, sondern nur durch anhaltendes Umrühren und Schütteln entfernt worden.

	Hyalith von Waltsch, in Stücken geglüht, mit Wasser übergossen und auf 12 Stunden in's				
37)	Vacuum gebracht:	1,769 : 2,363	=1,34	50,4 Proc.	11°
38)	Id. gepulvert, 1 St. gegl.	1,360 : 1,958	=1,44	54,3 -	11°
39)	Voriger wieder geglüht	1,280 : 1,925	=1,50	56,7 -	11°
	Hyalith von Waltsch; eine neue Quantität, gepulvert und dann				
40)	geglüht	1,3975 : 2,5220	=1,80	68,0 -	11°
	Der vorige, im Windofen ohne Verminderung des absoluten Ge-				
41)	wichts $\frac{9}{4}$ St. heftig gegl.	1,155 : 2,327	=2,01	75,9 -	12°$\frac{1}{2}$

An dieser Uebersicht der Versuche fallen sogleich die grofsen Divergenzen der dritten Abtheilung in die Augen. Während die Uebereinstimmung in der ersten Abtheilung wenig zu wünschen übrig läfst, und auch in der zweiten genügend erscheint, wenn man bedenkt, wie sehr die aufserordentliche Voluminosität der chemischen Kieselerde die Untersuchung erschwert, so ist sie dagegen in der dritten, allgemein gesprochen, gar nicht vorhanden. Im Einzelnen harmoniren die Versuche am Kacholong, der wiederholten Glühungen nicht ausgesetzt wurde, bei 25. 26. 27. 28; ebenso die spec. Gewichte der ungeglühten Hyalithe bei 29. 33. 34, welche auch hinter der chemischen Kieselerde nicht weiter zurückbleiben, als in Folge des Wassergehalts zu erwarten ist. Die Versuche 16. 17, und nur diese, geben ein höheres spec. Gewicht als die chemische Kieselerde, was sich durch den merklichen Kalkgehalt des Schwimmkiesels erklärt. Die Versuche 23 und 32 geben eine Eigenschwere von 2,2, alle anderen ein darunter liegendes spec. Gewicht. Die Steigerung des letzteren durch Glühhitze zeigt sich schwach bei 18. 19, sehr deutlich bei 20. 21. 22. 23 und bei 30. 31. 32, nicht minder bei 37. 38.

Digitized by Google

39 und endlich bei 40. 41. Es lassen sich aus dieser Veränderlichkeit der Eigenschwere so grofse Abweichungen erklären, wie sie namentlich zwischen 30. 37 und 40 stattfinden. Bemerkenswerth ist der Unterschied zwischen 24 und 29. 33. 34.

Trotz früherer Andeutung halte ich es nicht für überflüssig, noch einer Controle zu erwähnen, der ich das so auffallend niedere spec. Gewicht des geglühten Hyaliths dadurch unterwarf, dafs ich das Material des 39sten Versuchs mit concentrirter Schwefelsäure übergofs. In dieser Säure, deren Eigenschwere =1,85, läfst sich das Hyalithpulver durchaus nicht zum Untersinken bringen, sondern setzt sich nach heftigem Umschütteln immer wieder auf der Oberfläche der durch Ruhe geklärten Flüssigkeit ab.

Ehe ich diesen Aufsatz schliefse, will ich, die Unvollständigkeit seines Inhalts wohl einsehend, noch auf einige Punkte aufmerksam machen, deren bisher verabsäumte Erledigung ich nachzuholen gedenke. Gewifs wäre es interessant, das spec. Gewicht der getrockneten, stets wasserhaltigen Kieselgallert zu untersuchen und zu ergründen, ob sich nicht durch schwaches Glühen daraus eine wasserfreie chemische Kieselerde von geringerem spec. Gewicht darstellen läfst; fände letzteres statt, so wäre die Kieselgallert dem Opale zu vergleichen, und letztere nur durch die sehr viel gröfsere Langsamkeit ausgezeichnet, womit er beim Glühen dem Maximum seiner Eigenschwere zustrebt. Der Grund des Unterschiedes wäre vielleicht in der höchst feinen, staubartigen Zertheiltheit der chemischen Kieselerde zu suchen, welche durch mechanische Zerkleinerung des Opals wohl nicht nachgeahmt werden kann.

Ferner ist es wichtig, das spec. Gewicht der geschmolzenen Kieselerde, deren auch Fuchs a. a. O. gedenkt, kennen zu lernen. Geschmolzene Kieselerde ist schwer künstlich in genügender Menge darzustellen. Die Natur liefert sie uns in den sogenannten Blitzröhren; aber nur auf der inneren Fläche dieser dünnwandigen Gebilde ist die Verglasung vollständig.

Digitized by Google

XVI. *Ueber elektrisches Papier;*
von C. F. Schoenbein.

Im Laufe meiner neuesten physico-chemischen Untersuchungen habe ich Mittel gefunden, eine Reihe organischer Substanzen rasch und in auffallendster Weise zu metamorphosiren, die Pflanzenfaser z. B. in eine vollkommen durchsichtig farblose, dem Glas ähnliche Materie überzuführen, das gewöhnliche Papier in einen Zustand zu versetzen, in welchem es im eigentlichsten Sinne des Wortes wasserfest ist und pergamentartige Eigenschaften besitzt u. s. w. Das so veränderte Papier zeichnet sich ganz besonders durch sein elektrisches Verhalten aus, wie aus folgenden Angaben erhellen wird.

1) Fährt man auch nur einmal mit trockner Hand über einen auf nacktem Tische liegenden Bogen meines Papiers weg, so ist derselbe so stark elektrisch erregt, dafs er, über den Kopf gehalten, das Haar aufrichtet, dem Gesichte genähert, das bekannte kitzelnde Gefühl in starkem Grade verursacht.

2) Beim Reiben des fraglichen Papiers tritt merklich viel Ozon auf, d. h. wird ein starker elektrischer Geruch entwickelt.

3) Legt man in horizontaler Stellung etwa ein halbes Dutzend Bogen des präparirten Papiers übereinander, und bestreicht man den zu oberst liegenden einige Mal mit der Hand, so haften alle Bogen (in Folge ihrer elektrischen Erregung) so innig zusammen, als ob sie zusammengeklebt worden wären. Wird der oberste Bogen allein gefafst, so bleiben beim Heben die unten liegenden an jenem hängen.

4) Beim lebhaften Bestreichen des präparirten Papiers zeigt dieses in der Dunkelheit ein starkes Leuchten. Legt man einige Bogen übereinander und fährt man mit der Hand einige Mal über den obersten weg, so

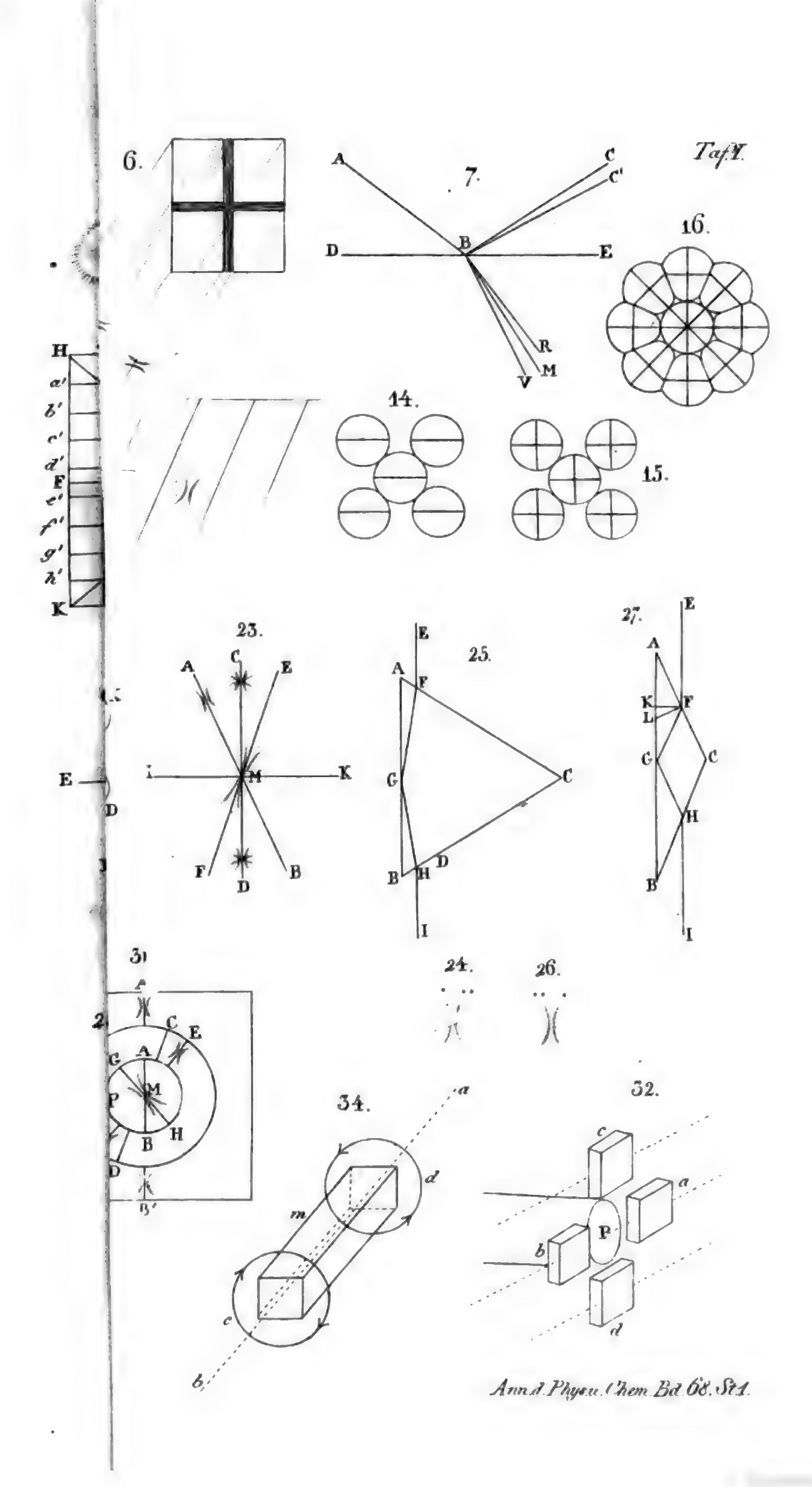
tritt beim Trennen der zusammenhaftenden Bogen ein äufserst glänzendes Funkenspiel ein. Es blitzt zwischen denselben an allen Orten und Enden. Werden die Finger einem erregten Bogen genähert, so brechen natürlich ebenfalls äufserst fein verzweigte Funken von Lichtbüschel aus.

5) Wenn, §. 3 zufolge, ein erregter Bogen wenigstens ein halbes Dutzend andere zu tragen vermag, so versteht es sich von selbst, dafs derselbe auch mit grofser Energie Hollunderkügelchen, Metallblättchen etc. anzieht, und den elektrischen Tanz in auffallender Weise veranlafst.

6) Wird auf einen geriebenen Bogen der Teller eines gewöhnlichen Elektrophors gelegt und derselbe ableitend berührt, so liefert er beim Abheben Funken von einem bis zwei Zoll Länge.

Voranstehende Angaben zeigen zur Genüge die ungewöhnlich elektrischen Eigenschaften des präparirten Papiers, und dürften geeignet seyn, die Aufmerksamkeit der Physiker auf dasselbe zu lenken. Es ist kaum daran zu zweifeln, dafs das fragliche Papier zur Erregung der gewöhnlichen Elektricität, d. h. zur Verfertigung gewöhnlicher Elektrisirmaschinen sich viel besser eigne als das Glas. Wenige Quadratfufs der merkwürdigen Substanz, auf die geeignete Weise gerieben, müssen schon beträchtliche elektrische Effecte liefern, gröfsere, als sie ein gleicher Flächeninhalt von Glas gewähren würde. Dafs solche Papierapparate merklich wohlfeiler, als unsere jetzigen Vorrichtungen zu stehen kommen, ist von selbst klar. Ich bin eben im Begriff eine Maschine der erwähnten Art anfertigen zu lassen, und werde nicht ermangeln zu seiner Zeit über die Leistungen derselben Bericht in diesen Annalen zu erstatten.

Digitized by Google



Taf. I.
6.
7.
A
C
C'
B
D
E
R
M
V
16.
14.
15.
H
a'
b'
c'
d'
F
e'
f'
g'
h'
K
23.
A
C
E
I
M
K
F
D
B
25.
E
A
F
G
C
B
H
D
I
27.
E
A
K
F
L
G
C
H
B
I
E
D
31
2
C
E
G
A
M
P
H
B
D
B'
24.
26.
34.
a
d
m
c
b
32.
c
a
P
b
d

Digitized by Google

1846. ANNALEN №. 6
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXVIII.

I. *Ansichten in Betreff der organischen Zusammensetzung; von J. Berzelius.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus den *K. Vetensk. Acad. Handlingar f.* 1845.)

Kein Theil der Chemie ist Gegenstand so verschiedenartiger Ansichten gewesen als die organische Zusammensetzung. Die Meisten, welche sich damit beschäftigen, finden bei ihren Versuchen oft unerwartete Verbindungsverhältnisse, machen sich darüber gelegentlich ein eigenes Gedankenbild, ohne Rücksicht auf dessen Zusammenhang mit dem übrigen Lehrgebäude der Wissenschaft, und gehen dann in dieser Richtung weiter, um neue Beweise für ihre Ansicht zu finden. Dadurch sind denn fast unzählige abweichende Vorstellungsweisen entstanden. Ich habe denselben keine neue hinzuzufügen; meine Absicht bei dieser Darstellung geht nur dahin, die Aufmerksamkeit zu richten auf den Schaden und die Zersplitterung, die der Wissenschaft aus den rein erdichteten Vorstellungsweisen erwachsen, den allzufreien Flug der Einbildungskraft bei theoretischen Betrachtungen zu hemmen und aufzuhalten, und wo möglich zu fesseln an dem, was durch Erfahrung einigermaſsen bewahrheitet werden kann. Ich bin darauf gefaſst, hierin nicht den Beifall der Menge zu erlangen.

Empirische und *rationelle Zusammensetzung*. Jeder organische Stoff kann seiner Zusammensetzung nach durch Analyse bestimmt werden. Bei dem gröſseren Theil derselben läſst sich auch das Atomgewicht mit einiger Sicherheit finden, wodurch die Anzahl der einfachen Atome, so wie die relative Anzahl der Atome eines jeden Grundstoffs in der Verbindung ebenfalls mit Sicherheit bekannt wird. Dieſs ist nun die empirische Zusammensetzung. So z. B.

Digitized by Google

wird die Zusammensetzung der Oxaminsäure durch die empirische Formel $C^4 H^4 N^2 O^5$ ausgedrückt.

Aber nun entsteht die Frage, wie sind diese Grundstoffe zusammengepaart? Kann und mufs diese Säure betrachtet werden als zusammengesetzt auf der einen Seite aus 5 Atomen Sauerstoff und auf der anderen aus einem zusammengesetzten Radical $C^4 H^4 N^2$? Die Vereinigung der Grundstoffe zu diesem Radical wäre ganz einfach und nicht unwahrscheinlich; aber wir wissen, dafs die Zusammensetzung dieser Säure nicht eine solche ist, sondern dafs sie besteht aus Oxalsäure, vereinigt mit Oxamid als Paarling. Diefs ist ihre rationelle Zusammensetzung, und

$$\dddot{C} + NH^2 \ddot{C}$$

ihre rationelle Formel.

Die rationelle Zusammensetzung ist das höchste Problem der organischen Chemie, welches aber bisher nur für eine ganz beschränkte Zahl organischer Körper mit Zuverlässigkeit hat gelöst werden können, ungeachtet es der Gegenstand der Bemühungen Aller war, die sich mit der organischen Chemie beschäftigten. Bei dem Versuch, die rationelle Zusammensetzung der Körper kennen zu lernen, kann man Vorsicht in den Schlüssen, Gründlichkeit in dem Urtheile und Mannigfaltigkeit in den Beweisen niemals genug anwenden. Die Wissenschaft leidet und wird lange leiden an rationellen Formeln, welche, von lebhafter Einbildungsgabe ersonnen, keinen anderen Beweis für sich haben, als dafs sie dem empirischen Resultat der Analyse nicht widersprechen. Wenn aber diefs letztere einer Menge rationeller Ansichten entspricht, so beweist es gar nichts. Was ich in dem Folgenden anführen werde, wird genugsam an den Tag legen, wie die Wissenschaft durch grundlose und übereilte Schlüsse verwirrt und mifsleitet wird.

Obwohl die organische Zusammensetzung, beim ersten Blick, ganz von der unorganischen verschieden zu seyn scheint, so kann doch nur aus dem, was wir von der letzteren wissen, die einzige zuverlässige Richtschnur zu unserer Beurtheilung der ersteren hergenommen werden. Der ein-

Digitized by Google

zige richtige Gang bei unseren Erforschungen des Unbekannten ist nämlich der, uns auf das Bekannte zu stützen. Es mufs also auch hier der rechte Weg seyn, das, was von den Verbindungsgesetzen der Grundstoffe in der unorganischen Natur bekannt ist, als Richtschnur zu nehmen bei Beurtheilung ihrer Verbindungsweise in der organischen. Jede andere Weise des Fortgangs wird der Einbildungskraft freies Spiel lassen, die, in ihrer individuellen Mannigfaltigkeit, immer zur Erbauung neuer Luftschlösser bereit steht. Dadurch geschieht auch, dafs unzählige verschiedene Ansichten aufgestellt und auf mannigfaltige Weise variirt werden, keine derselben Richtschnur folgt und die Meinungen einander in allen Richtungen durchkreuzen; diefs wird nicht eher aufhören, als bis man allgemein einig ist über die Richtschnur für unser Urtheil auf diesem Weg.

Ich wiederhole daher, *dafs die Anwendung dessen, was von der Verbindungsweise der Grundstoffe in der unorganischen Natur bekannt ist, oder ferner bekannt werden kann, der einzige Leitfaden zur Beurtheilung ihrer Verbindung in der organischen ist, durch welchen wir hoffen dürfen zu einer richtigen und mit einander übereinstimmenden Vorstellungsweise über die Zusammensetzungsarten derjenigen Körper zu gelangen, welche in der lebenden Natur vorkommen oder durch deren Veränderungen auf chemischem Wege entstehen.*

Diese Grundsätze sind gewifs niemals bestimmt geläugnet, aber auch niemals allgemein angenommen worden.

Geschichtliche Darstellung der Ansichten von der organischen Zusammensetzung.

Die ersten einigermafsen befriedigenden Versuche über die Zusammensetzung der organischen Stoffe wurden 1811 von Thénard und Gay-Lussac bekannt gemacht. Die chemischen Proportionen waren damals noch in ihrer Entwicklung, und hatten nicht die Aufmerksamkeit dieser Chemiker auf sich gezogen, was sie nöthigte die Grundstoffe nach Hunderteln vom Gewicht des analysirten Stoffs zu

Digitized by Google

bestimmen. Die Ansicht, zu welcher diese Versuche leiteten, nämlich, dafs die organischen Stoffe, in welchen, wie im Stärkmehl, Zucker, Holz u. s. w., der Wasserstoff sich zum Sauerstoff wie im Wasser verhält, neutrale sind, dagegen diejenigen, in welchen Sauerstoff im Ueberschufs vorhanden ist, die Eigenschaften von Säuren besitzen, und die, welche Wasserstoff in Ueberschufs enthalten, zur Klasse der Harze, Oele und geistigen Flüssigkeiten gehören, — stimmte zwar mit den Resultaten der gemachten Analysen, hat sich aber später nicht als richtig erwiesen.

Einige Jahre darauf, nachdem ich versucht, die chemischen Proportionen in der unorganischen Natur zu ermitteln, nahm ich auch deren Nachforschung in der organischen Zusammensetzung vor. Es zeigte sich dabei, dafs alle sauerstoffhaltigen organischen Stoffe, auch solche, die nicht zu den Säuren gehören, sich in bestimmten und oft vielfachen Verhältnissen mit unorganischen Oxyden verbinden lassen, wodurch hier, wie in der unorganischen Natur, der Begriff vom Atomgewicht und damit eine Controle für die Richtigkeit des Resultats der Analyse erhalten werden konnte. Es zeigte sich auch, dafs der Sauerstoff in dem organischen Stoff ein Multiplum war vom Sauerstoff in dem damit verbundenen unorganischen Oxyd, und dafs der Gehalt an den übrigen Bestandtheilen mit einer gewissen Anzahl ganzer Atome zusammentraf, und, wie bei der unorganischen Zusammensetzung, in den Formeln ausgedrückt werden konnte. Diese Gleichheit in dem Verhalten zwischen sauerstoffhaltigen organischen Stoffen und den unorganischen Oxyden, leitete geradezu dahin, die organischen Stoffe als Oxyde anzusehen, deren Radical aber zusammengesetzt sey, während es bei den unorganischen aus einem einfachen Körper besteht.

Diese Ansicht sprach ich in der zweiten Auflage meines *Lehrbuchs der Chemie* (Th. I, S. 544, Stockholm, 1817) wörtlich in folgendem Satze aus: »Wir finden, dafs der Unterschied zwischen organischen und unorganischen Körpern darin besteht, dafs in der unorganischen Natur alle

Digitized by Google

oxydirten Körper ein *einfaches Radical* haben, dafs dagegen alle organischen Substanzen *Oxyde mit zusammengesetztem Radical* ausmachen. Bei den Pflanzenstoffen bestehen diese Radicale im Allgemeinen aus Kohle und Wasserstoff, und bei den Thierstoffen aus Kohle, Wasserstoff und Stickstoff. Säuren mit zusammengesetztem Radical wollen also dasselbe sagen, wie Säuren organischen Ursprungs. Gleichwie das Ammoniak ein Alkali mit zusammengesetztem Radical, d. h. von organischem Ursprunge ist, hauptsächlich aus dem Thierreiche herstammt, aber defsungeachtet die gröfste Analogie mit den Alkalien besitzt, die ein einfaches Radical haben und aus der unorganischen Natur herstammen, so müssen wir dieselbe Analogie zwischen den Säuren von organischem und denen von unorganischem Ursprung finden, und wie Kali und Natron sich zum Ammoniak verhalten, so verhalten sich Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure zur Essigsäure, Oxalsäure, Citronensäure u. m. a.«

Die Anzahl der analysirten organischen Stoffe beschränkte sich auf die, welche Gegenstand von Thénard und Gay-Lussac's und von meinen Versuchen waren. Die Ansicht wurde vermuthlich von den Meisten als zu frühzeitig angesehen, denn sie blieb zwei Decennien hindurch ganz unbeachtet.

Die Vorstellungen, welche sich im Laufe der Zeit geltend machten, waren von ganz anderer Art. Man betrachtete die organischen Stoffe als zusammengesetzt aus binären Verbindungen von Grundstoffen oder aus einer binären Verbindung und einem Grundstoff. Prout suchte zu zeigen, dafs ein grofser Theil der Pflanzenstoffe, besonders der den Thieren zur Nahrung dienenden, als Verbindungen von Wasser und Kohle in verschiedenem relativen Atomverhältnifs betrachtet werden könnten. Diese Ansicht hatten sich auch Thénard und Gay-Lussac gebildet, obwohl sie einsahen, dafs sie nicht haltbar sey. Andere Chemiker begannen zu berechnen, wie die organischen Stoffe aus binären Verbindungen zusammengesetzt betrachtet wer-

den könnten, je nach Umständen aus zwei oder mehren: Kohlensäure, Wasser, und, in verschiedenen Verhältnissen, Kohlenwasserstoff. Bei diesen Berechnungen gab es keinen anderen Grund als Gutdünken und Uebereinstimmung mit dem procentischen Resultat der Analyse, auch wurden alle Ansichten variirend, und gehören nunmehr nicht zur Wissenschaft, sondern zu deren Geschichte.

Die Vorstellung von der Zusammensetzung aus binären Verbindungen hatte inzwischen eine kräftige Stütze in Gay-Lussac's Untersuchungen des Alkohols und Aethers erhalten, von denen er i. J. 1816 zeigte, dafs sie sich so verhalten, wie wenn zwei Volume ölbildenden Gases verbunden wären im Aether mit einem Volum Wassergas und im Alkohol mit zwei. Die Uebereinstimmung dieser Ansicht mit dem specifischen Gewicht dieser Körper in Gasform und mit der daraus abgeleiteten Vorstellung der Bildung des Aethers aus Alkohol, durch Entziehung von Wasser, war so vollständig, dafs sie schwerlich verfehlen konnte, eine bestimmte Ueberzeugung zu wecken bei Denen, welche über die organische Zusammensetzungsweise noch keine bestimmte Ansicht gefafst hatten. Ueberdiefs ergaben sich fernerhin neue Stützpunkte dafür, z. B. durch Mitscherlich's Ansicht von der wasserhaltigen Benzoësäure, als zusammengesetzt aus 2 At. Kohlensäure und 1 At. eines von ihm aus dieser Säure abgeschiedenen Kohlenwasserstoffs, welchen er Benzin nannte, $=2\ddot{C}+C^{12}H^{12}$.

Die Verhandlungen über die Zusammensetzung der Aetherarten, besonders die vortrefflichen Untersuchungen derselben, welche von Dumas, der die Gay-Lussac'sche Ansicht beibehielt, theils ausgeführt, theils geleitet wurden, gaben mir Gelegenheit in dem der K. Academie am 31. März 1833 eingereichten Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie (p. 189 bis 201) die beiden Ansichten über die Zusammensetzung organischer sauerstoffhaltiger Stoffe, nämlich als Oxyde eines zusammengesetzten Radicals oder als Verbindungen binärer Körper, mit einander zu vergleichen; ich zeigte darin, dafs alle Verbindungen

Digitized by Google

des Aethers mit Säuren und Salzbildnern vollkommen so gut, und vielleicht noch besser mit der Ansicht, dafs der Aether ein Oxyd eines zusammengesetzten Radicals sey, übereinstimme, dafs dieses Oxyd, wie ein unorganisches, vereinbar sey mit wasserfreien Säuren, sowohl organischen als unorganischen Ursprungs, und dafs durch Einwirkung der Wasserstoffsäuren auf dasselbe der Wasserstoff der Säure das Radical reducire, welches sich dann, unter Abscheidung von Wasser, mit dem Salzbildner zu einer Aetherart vereinige, die sich zu der mit Sauerstoffsäuren gebildeten verhalte wie ein Haloïdsalz zu einem Sauerstoffsalz. Ich machte bemerklich, dafs die noch fehlenden Verbindungen dieses Radicals mit Schwefel und Selen unzweifelhaft gefunden werden dürften, und wirklich wurden diese auch einige Jahre später entdeckt.

Diese Vorstellung fand einige Aufmerksamkeit. Sie wurde von Liebig aufgefafst, welcher dem Radicale den Namen *Aethyl* gab, der später beibehalten, aber anfangs von Dumas bestritten ward. Der darüber zwischen ihm und Liebig geführte Austausch verschiedener Meinungen, veranlafste indefs Dumas bald sich mit Liebig in der Ansicht zu vereinigen, dafs die sauerstoffhaltigen organischen Stoffe Oxyde zusammengesetzter Radicale seyen. Ihre gemeinschaftliche Ansicht hierüber wurde der Academie der Wissenschaften zu Paris am 23. Oct. 1837 vorgelegt, in einer von Dumas im Namen Beider abgefafsten Note: *Sur l'état actuel de la chimie organique.*

Dumas wirft darin die Frage auf: Wie kann man aus den Gesetzen der unorganischen Chemie die der aus den organischen Körpern erhaltenen Stoffe aufstellen, welche, obwohl von so ungleicher Beschaffenheit, doch fast alle aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, wozu in einigen Fällen der Stickstoff hinzukommt.

Damit von der Lebendigkeit seiner Darstellung nichts verloren gehe, will ich seine Antwort hier in wörtlicher Uebersetzung mittheilen.

»Es liegt darin eine grofse und schöne Frage für die Na-

Digitized by Google

turphilosophie, eine Frage, deren Lösung wohl die Chemiker zum höchsten Grad von Wetteifer anspornen kann; denn, einmal gelöst, wäre sie für die Wissenschaft eine Bürgschaft für die schönsten Triumphe. Die Mysterien sowohl der Vegetation, wie des Thierlebens, würden sich vor unseren Augen entschleiern, der Schlüssel wäre gegeben zu all den raschen, oft augenblicklichen bewundernswerthen Modificationen, welche bei Thieren und Pflanzen vorkommen, und noch mehr, wir würden den Weg finden, sie in unseren Laboratorien nachzuahmen.«

»Nun wohl! wir fürchten nicht es auszusprechen, und es ist von unserer Seite kein leichtsinniges Wort: diese grofse schöne Frage ist *gegenwärtig* gelöst. Es bleibt nur übrig, alle Folgerungen aus dieser Lösung zu entwickeln.«

»Um aus drei oder vier Grundstoffen eben so verschiedenartige und vielleicht noch mannigfaltigere Verbindungen, als in der ganzen unorganischen Chemie vorkommen, hervorzubringen, hat die Natur einen eben so einfachen als fruchtbaren Weg gewählt: sie erzeugt aus den einfachen Grundstoffen Verbindungen, die alle Eigenschaften der Grundstoffe besitzen. Es ist unsere Ueberzeugung, dafs darin das ganze Geheimnifs der organischen Natur liegt.«

»Die organische Chemie besitzt also ihre eigenen Elemente, welche bald eine ähnliche Rolle wie Sauerstoff oder Chlor, bald in entgegengesetzter Richtung die Rolle von Metallen spielen. Cyan, Amid, Benzoyl, die Radicale des Ammoniaks, der fetten Säuren, des Alkohols und ähnlicher Körper bilden die Elemente, mit welchen die organische Chemie operirt, aber sie operirt nicht mit den einfachen Grundstoffen, Kohle, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, welche sich als solche nicht eher zeigen, als bis jede Spur von organischem Ursprung verschwunden ist.«

»Für uns umfafst die unorganische Chemie alle Körper, welche aus den gegenseitigen Verbindungen der einfachen Grundstoffe entspringen, und die organische Chemie mufs alle solche Stoffe einschliefsen, die aus zusammengesetzten, die Rolle der Grundstoffe spielenden Körpern gebildet werden.«

Digitized by Google

»In der Mineralchemie sind die Radicale einfach, in der organischen sind sie zusammengesetzt, diefs macht den ganzen Unterschied. Die Gesetze, auf denen die Verbindungen beruhen, sind in beiden dieselben.«

»So wie wir die organische Chemie auffassen, zeigt sie Radicale, welche die Rolle von Metallen spielen, und andere, welche die Rolle von Sauerstoff, Schwefel, Chlor u. s. w. spielen. Diese Radicale verbinden sich unter einander oder mit den Grundstoffen nach den einfachsten Gesetzen der unorganischen Chemie, und geben dadurch Entstehung zu allen organischen Verbindungen.«

Dumas setzt noch im Verlauf die offenbar historische Unrichtigkeit hinzu, dafs er und Liebig seit 10 Jahren jeden Tag mit der Bemühung beschäftigt gewesen seyen, diese Radicale zu entdecken und zu studiren.

Dumas hat, so weit mir bekannt ist, später von diesen Ansichten niemals eine Anwendung gemacht; allein Liebig hat sie beibehalten, und seine organische Chemie beginnt mit den Worten: *Die organische Chemie ist die Chemie der zusammengesetzten Radicale.*

Diese beiden Chemiker unternahmen, jeder auf seine Weise und gleichzeitig mit Vortragung der eben erwähnten Ansichten, einen Versuch, den Wasserverlust theoretisch zu erklären, den wasserfreie Doppelsalze von weinsaurem Antimonoxyd und anderen Basen bei Erhitzung bis 200° C. erleiden, wobei sie indefs ihre Erklärungen in einer Weise geben, welche zu beweisen scheint, dafs Keiner von ihnen an die angeführten, so warm bevorworteten Lehrsätze gedacht hat.

Einige Zeit bevor er die Erklärung über die organischen Radicale aufstellte, hatte Dumas eine nähere Untersuchung der von Gay-Lussac entdeckten Thatsache begonnen, dafs Wachs, in wasserfreiem Chlorgas liegend, dieses allmälig in Salzsäuregas verwandelt, ohne dafs sich das Gasvolum ändert, woraus folgt, dafs das Wachs seinen Wasserstoff abgiebt, und Chlor aufnimmt, in solchem Verhältnifs, dafs beide in Gasform gleiche Volume einnehmen.

Dumas fühlte das ganze Gewicht dieser Erscheinung

Digitized by Google

für die Lehre von der organischen Zusammensetzung, und begann deshalb die Gesetze zu studiren. Er zeigte dabei, dafs bei der Mehrzahl der organischen Stoffe, wenn sie mit Chlor oder Brom behandelt werden, ein Austausch des Wasserstoffs gegen die Salzbildner stattfindet, in den gewöhnlichsten Fällen zu gleichen Aequivalenten von den gegen einander ausgetauschten Grundstoffen. Diefs gab Veranlassung zu einer theoretischen Darstellung dieses Phänomens, welche er *Substitutionstheorie* nannte, und da in der Regel die Aequivalente der gegen einander ausgetauschten Grundstoffe gleich sind, bildete er den Namen *Metalepsie.* Er zeigte dabei, dafs ein organischer Stoff, in welchem ein oder mehre Aequivalente Wasserstoff gegen eine gleiche Anzahl Aequivalente von Chlor oder Brom ausgetauscht worden, sein Sättigungsvermögen und mehre seiner chemischen Eigenschaften beibehalten habe, sich auch in vielen Fällen beweisen lasse, dafs seine Krystallform unverändert geblieben sey. Daraus zog er denn den Schlufs, *dafs der Salzbildner in der neuen Verbindung dieselbe Rolle spiele, die der Wasserstoff in der ursprünglichen gespielt habe,* und nachdem er die Chloressigsäure (Chloroxalsäure) entdeckt und analysirt hatte, hielt er diese Ansicht für so sicher, um eine ganz neue Theorie der organischen Zusammensetzung darauf zu erbauen. Da in der elektrochemischen Theorie das Chlor eins der stärksten elektro-negativen Grundstoffe ist, der Wasserstoff dagegen elektro-positiv, und da, nach seiner nun gefafsten Ansicht, der eine dieser Grundstoffe dieselbe Rolle in einer chemischen Verbindung wie der andere spielen kann, so schlofs Dumas daraus, dafs die elektrochemischen Ansichten eines hinlänglichen Grundes zur Anwendung in der wissenschaftlichen Theorie ermangelten, und mit Bezug darauf stellte er fest, dafs die Rolle, welche ein Grundstoff in der organischen Zusammensetzung spielt, nicht auf den ursprünglichen Eigenschaften desselben beruhe, sondern auf dem Ort, wohin er in der Verbindung gebracht worden, wornach also das Chlor oder jeglicher anderer Grundstoff, an die Stelle des Wasserstoffs gesetzt, dieselbe Rolle wie dieser spielen müfste.

Digitized by Google

Diefs veranlafste nun, die Ansicht von den organischen Radicalen aufzugeben, welche er indefs, nach der warmen Vertheidigung ihres Daseyns, offen zu bestreiten vermied, aber er verglich sie nun nicht mehr mit einfachen Grundstoffen, sondern mit Kohlenoxyd, schwefliger Säure, Stickstoffoxyd und mit der sogenannten Untersalpetersäure, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{N}}$. Er machte sich nun über die organische Zusammensetzung eine ganz andere Vorstellung. Die Grundstoffe in der organischen Natur vereinigen sich, zu drei oder mehr, zu eigenen *Typen*, und in diesen Typen sind die Atome, für jeden besonderen Typ, auf eine bestimmte, bei allen zu demselben Typ gehörigen Körpern gleiche Weise geordnet, die Charaktere der Verbindung beruhen auf der Ordnung in den zusammengesetzten Atomen, so dafs es also gleichgültig seyn kann, was für ein Grundstoff eine bestimmte Stelle einnimmt. Dadurch wird dann die Möglichkeit der Substitution viel weiter ausgedehnt als bis zum Wasserstoff und den Salzbildnern. »Das Substitutionsgesetz, sagt er, läfst voraussehen, dafs alle Elemente einander verdrängen und ersetzen, dafs Grundstoffe durch zusammengesetzte Körper substituirt werden können, so dafs nicht nur Sauerstoff, sondern auch Cyan, Kohlenoxyd, schweflige Säure, Stickstoffoxyd, Untersalpetersäure, Amid, oder andere zusammengesetzte Körper als Grundstoff darunter vorkommen können, welche die Stelle des Wasserstoffs einnehmen und zu neuen Körpern Anlafs geben.«

Es ist Dumas nicht geglückt, den Grundbegriff von diesen Typen klar hinzustellen. Aber er hat zwei Arten von ihnen: *chemische Typen* und *mechanische* oder *Moleculartypen.*

Ich werde seine eigenen Worte anführen:

1) »Die Erfahrung zeigt, dafs ein Körper einen seiner Grundstoffe verlieren und an dessen Stelle einen andern aufnehmen kann, Aequivalent für Aequivalent. Diefs ist das allgemeine Factum der Substitutionstheorie.«

2) »Wenn diefs geschieht, läfst sich annehmen, dafs dessen Molecül immer unverändert bleibt, eine Gruppe bil-

dend, in welcher der eine Grundstoff ganz einfach den Raum einnimmt, den zuvor der andere einnahm. Diefs constituirt dann in meinen Augen eine natürliche Familie.«

3) »Unter den Körpern, die durch Substitution gebildet werden, behält ein grofser Theil handgreiflich denselben chemischen Charakter als Säure oder Basis zu gleichem Grade wie vor der Veränderung durch Substitution. Das sind diejenigen, die ich als denselben *chemischen Typen* bildend betrachte, oder, um naturhistorisch zu sprechen: die zu demselben Genus gehören.«

Die chemischen Typen stellen also nach Dumas's Ansicht eine Art naturhistorischen Genus von Verbindungen dar, welche alle darin übereinstimmen, dafs sie eine gleiche Anzahl auf gleiche Weise vereinigter Aequivalente enthalten und dieselben Eigenschaften besitzen.

Hier sind also drei generische Charaktere. Der *erste* oder die Anzahl der Aequivalente ist ganz leicht und sicher aus dem Atomgewichte zu bestimmen. Dem *zweiten* dagegen oder die Verbinduug auf dieselbe Weise fehlt aller Grund, um zu beurtheilen, wie weit er stattfinde oder nicht, in so fern er sich nicht aus der Isomorphie der Verbindungen erkennen läfst. Hier ist also dem individuellen Gutdünken, die einfachen Atome auf gleiche Weise verbunden anzusehen oder nicht, ein offnes Feld gelassen. Was den *dritten* betrifft, so scheint Dumas ursprünglich die chemischen Eigenschaften bei den durch Substitution entstandenen Körpern als so wenig verändert angesehen zu haben (wofür er auch die Essigsäure und die Chloressigsäure als Beweis anführt), dafs er damit eine allgemeine Uebereinstimmung in dem chemischen Charakter gemeint haben dürfte; als indefs Einwürfe dagegen gemacht wurden, erklärte er, unter *Grundeigenschaften* sey verstanden, dafs wenn die Körper einer gleichen Zersetzungsmethode unterworfen würden, die demselben chemischen Typ angehörigen gleiche Zersetzungsproducte lieferten.

Er erläuterte diefs durch folgendes Beispiel. Wenn essigsaures Kali mit Kalihydrat gemengt der *trocknen Destil-*

Digitized by Google

lation unterworfen wird, so entwickelt sich Kohlenwasserstoff in Minimo, CH^4, und, wenn chloroxalsaures Kali *mit einer starken Aetzkalilauge gekocht* wird, so bildet sich Formylsuperchlorid, $C^2H^2Cl^3$. Hier ist wohl die Zersetzungsweise ganz ungleich, denn das chloroxalsaure Kali giebt, bei trockner Destillation mit Kalihydrat, Chlorkalium, Kohle, kohlensaures Kali und Kohlenwasserstoff, während das essigsaure in Kohlensäure und Kohlenwasserstoff zerfällt, und überdiefs durch Kochen mit Kalilauge nicht zersetzt wird. Das war indefs das von Dumas angeführte Beispiel seiner Meinung von den Grundeigenschaften. Um nun den Kohlenwasserstoff im Minimo, CH^4, auf gleichen chemischen Typus mit dem Formylsuperchlorid zu bringen, nahm er an, dafs das Atom des ersteren aus C^2H^8 bestehe, und dafs in dem letzteren, $C^2H^2Cl^6$, das Chlor dieselbe Rolle spiele wie im Wasserstoff, oder dafs im ersteren 6 At. Wasserstoff so gelagert seyen wie die 6 At. Chlor in dem letzteren. Dafs dieses nichts anderes als ein Spiel der Phantasie ist, braucht wohl kaum bemerkt zu werden.

Um einen Begriff zu geben von den Zusammensetzungs-Ansichten, welche aus dieser Theorie hervorgehen, will ich ein von Dumas gegebenes Beispiel von dem chemischen Typus, zu dem das Bittermandelöl gehört, anführen, dargestellt in den zu dieser Theorie gehörenden chemischen Formeln, in welchen die Grundstoffe, welche gleiche Rolle spielen, senkrecht unter einander gestellt werden.

Bittermandelöl	$C^{14}H^6O^2$
Benzoë-Biacichlorid	$C_{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^5}{Cl}O^2$
Benzoësäure	$C^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^5}{O}O^2$
Benzoë-Biacisulfid	$C^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^5}{S}O^2$
Benzoësäure-Amid	$C^{14}\genfrac{}{}{0pt}{}{H^5}{NH^2}O^2$

Digitized by Google

Bei diesen unter einander so ungleichartigen Verbindungen, deren rationelle Zusammensetzung die hier angewandten Namen ausdrücken, wird nicht nur angenommen, dafs Chlor, Schwefel und Sauerstoff gleiche Rolle spielen, sondern auch der Wasserstoff, und es wird also angenommen, dafs sie eben so gelagert seyen wie ein Aequivalent Wasserstoff im Bittermandelöl, als dem Prototyp. Das fünfte Beispiel zeigt die besonders grofse Merkwürdigkeit, dafs derselbe Raum, welcher im Bittermandelöl als von einem Aequivalent Wasserstoff ausgefüllt angenommen wird, hinreichend ist nicht nur für zwei Aequivalente Wasserstoff, sondern darüber für ein Aequivalent Stickstoff. Die mechanische Unmöglichkeit ist für diese Theorie kein Hindernifs, und die Anhänger der Metalepsie finden keine Schwierigkeit darin, ein Aequivalent Wasserstoff ersetzt seyn zu lassen durch vier Atome oder Aequivalente Sauerstoff und ein Aequivalent Stickstoff, oder durch zwei Atome Sauerstoff und ein Atom Schwefel.

Sie ist folglich die leichtest anwendbare von allen Theorien, und es darf daher nicht verwundern, dafs sie in diesem Augenblick die allgemein gebräuchliche für organische Verbindungen ist, wozu ihres Urhebers wohlverdiente Berühmtheit in anderer Weise auch wohl hauptsächlich beigetragen hat. Seine Abhandlungen haben, nach der Veröffentlichung dieser Theorie, meistens den Titel von *Mémoires sur les types chimiques* getragen.

Sicher sollte hier noch weit mehr aus dieser Theorie ausgehoben werden, aber das Angeführte ist hinreichend, um einen Begriff zu geben, wie die metaleptische Typtheorie die rationelle Zusammensetzung in der organischen Chemie betrachtet.

Gleichzeitig mit Dumas hat Laurent diese Vorstellungsweise bearbeitet und in's Unendliche variirt. Die ungewöhnliche Menge neuer Verbindungen, welche ihm bei seinen wirklich vortrefflichen Forschungen hervorzubringen glückten, hat ihm reichlichen Stoff verschafft, auf sie vor allem seine Ansichten zu versuchen, und da sie nur in die-

Digitized by Google

ser Richtung angestellt wurden, auch seine Nomenclatur ganz und gar darnach eingerichtet worden, so hat er seine Ansicht von der Zusammensetzungsart den Chemikern fast aufgedrängt, und obwohl er sich im ferneren Verlauf bisweilen genöthigt gesehen, seine Vorstellungsweise zu ändern, hat er doch versucht die Ansichten von der unorganischen Zusammensetzung nach den seinigen von der organischen umzubilden. Der Grundbegriff in seinem Gedankenbild ist indefs vollkommen gleichartig mit dem von Dumas, besteht in Typen und Metalepsie.

Dasselbe chemische Thema ist auch von Gerhardt variirt, in einer Arbeit über die organische Chemie, in welcher er, was die Aufstellung von Phantasiebildern als rationelle Zusammensetzungsansichten betrifft, keinem Vorgänger etwas nachgiebt.

Persoz ist von dem Grundsatz ausgegangen, dafs solche Körper, welche aus Kohle und Wasserstoff mit Sauerstoff bestehen, eigentlich als Kohlenwasserstoff zu betrachten seyen, worin die Wasserstoff-Aequivalente durch eine gleiche Anzahl Kohlenoxyd-Atome metaleptisch ersetzt worden, und dafs solche Verbindung sich dann mit Kohlensäure verbinden kann. Diefs ist, wie man sieht, die Lehre von der Zusammensetzung aus binären Verbindungen, zu welcher die Substitutionstheorie pafst. So zum Beispiel besteht der Alkohol empirisch aus $C^4H^6O^2$, nach Persoz wird seine rationelle Formel $= C^2 \frac{H^6}{C^2O^2}$, d. h. in der Formel C^4H^8 sind zwei Aequivalente Wasserstoff ausgetauscht gegen zwei Atome Kohlenoxyd. Die Essigsäure dagegen, deren empirische Formel $C^4H^6O^3$ ist, stammt von C^2H^4 her, worin ein Aequivalent Wasserstoff gegen ein Kohlenoxyd ausgetauscht ist, also $C^2 \frac{H^3}{CO}$, und dieser Körper ist dann mit ein Atom Kohlensäure verbunden

$$= C^2 \frac{H^3}{CO} + \overline{CO}^2.$$

Löwig stellt sich in der organischen Zusammensetzung

Digitized by Google

gewisse Grundverbindungen von Kohle oder Wasser oder von diesen beiden mit Sauerstoff vor, die sich dann vereinigen können mit Kohlenoxyd, mit Kohlensäure oder mit beiden zugleich. So z. B. ist nach ihm die rationelle Zusammensetzung der Formylsäure $C\bar{H}O+\ddot{C}$, die der Tartrylsäure $2C\bar{H}O+\dot{C}+\ddot{C}$, die der Citronsäure $C^2\bar{H}^2O+\dot{C}+\ddot{C}$ und die der damit isomeren Aepfelsäure $C^2\bar{H}^2+2\ddot{C}$.

Graham nimmt an, dafs die einfachen Atome von jeglichem Grundstoff sich mit einander verbinden nach gewissen Typen von einer bestimmten Anzahl Atome in einer unveränderlichen und bestimmten Ordnung. Wenn Grundstoffe sich verbinden, so werden Atome aus den Typen durch eine Art von Doppel-Zersetzung vertauscht, und die organischen Verbindungen entstehen, wenn aus dem Kohletyp Kohlenatome ausgewechselt werden gegen Atome von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff aus deren Typen, die statt dessen die Kohlenatome aufnehmen.

Auf diese Weise kann offenbar ein Jeder, welcher einen Versuch über die rationelle Zusammensetzung in der organischen Chemie unternimmt, und sich nicht mit dem der Vorgänger zufrieden fühlt, eine neue Ansicht schaffen oder erdichten, und es giebt keinen Grund, weshalb diefs eine Gränze haben sollte, so lange man sich nicht nach einer Richtschnur für das hier einzuschlagende Verfahren umsieht.

Ich habe bereits angeführt, dafs wir in den Gesetzen für die Verbindungen der Grundstoffe in der unorganischen Natur eine solche Richtschnur besitzen. Aber oft können wir, selbst mit Hülfe des besten Leitfadens, nicht zu klaren Begriffen gelangen. Dann müssen wir uns mit der empirischen Zusammensetzung begnügen, und die Aufstellung der rationellen verschieben, bis unsere Kenntnisse hinlänglich reif sind, sie aufzustellen. Wenn diefs geschieht, wird es sogleich von allen eingesehen und für die richtige erkannt. Dafs bis dahin die Wissenschaft mit Phantasiespielen erfüllt wird, heifst irregehen, statt fortschreiten.

Welche Ansichten von der rationellen organischen Zusam-

Digitized by Google

sammensetzung können als übereinstimmend mit den Verbindungsgesetzen der unorganischen Natur angesehen werden? Das ist eine Frage, deren Beantwortung ich nun versuchen werde.

Die Idee von zusammengesetzten Radicalen und von deren Verbindungen mit Sauerstoff, Schwefel, Salzbildnern u. s. w. ist, wie ich schon in dem Vorhergehenden gezeigt habe, zur Leitung unseres Urtheils die beste, die wir aus der unorganischen Natur entnehmen können. Ich bin hier nicht gemeint, diese Idee zu entwickeln. Das ist längst geschehen, und ich verweise in dieser Hinsicht auf die fünfte deutsche Auflage meines Lehrbuchs der Chemie, Band I, S. 672 ff.

Aber diese Idee, selbst vorausgesetzt, dafs sie richtig sey, wie auch einige Versuche darüber zu beweisen scheinen, ist so weit davon, für uns alle Geheimnisse der lebenden Natur aufzudecken, wie Dumas vermuthet, dafs sie vielmehr von denselben gar nichts verräth. Auch ist die Anzahl der zusammengesetzten Radicale, welche einigermafsen sicher zu kennen uns bisher gelang, äufserst gering.

Wenn wir in jeder Verbindung von Kohle und Wasserstoff, oder von Kohle, Stickstoff und Wasserstoff, mit Sauerstoff dasjenige, was nicht Sauerstoff ist, als ein gegebenes Radical betrachten wollten, so würden wir zu ganz so irrigen Begriffen geführt werden, wie wenn wir in der Formyloxyd-Schwefelsäure (Melsen's *Acide sulfacétique*) Alles als das Radical der Säure betrachten was nicht Sauerstoff ist. Die Schwefelsäure ist nämlich darin auf eine ganz eigene Weise verbunden, oder, wie wir's nennen, gepaart mit Formyloxyd, welches der Säure in allen ihren Verbindungen mitfolgt. Ich habe schon in der oben citirten Auflage meines Lehrbuchs, Bd. I, S. 459, die theoretischen Ansichten über diese Art von Verbindungen angeführt. Sie finden sich gewöhnlich, und wir haben immer Ursache sie zu vermuthen, so oft die Anzahl der Sauerstoffatome in einem zusammengesetzten Atom gröfser als 7 ist, ohne dafs jedoch daraus folgt, dafs nicht auch die Paarung stattfinde,

Digitized by Google

wenn die Sauerstoffatome in geringerer Anzahl da sind. So lange der eine von den durch Paarung verbundenen Körpern ein unorganisches Oxyd ist, hat es keine Schwierigkeit, eine gepaarte Verbindung zu erkennen für das was sie ist, und die Zusammensetzung des Paarlings kennen zu lernen. Wenn aber beide, das chemisch wirksame Oxyd und der Paarling, von organischer Zusammensetzung sind, und dieselben Grundstoffe enthalten, so leitet die Analyse nicht zu dem geringsten Begriff von derselben, und das Verhalten mufs auf anderen Wegen ermittelt werden. Aber solche Wege sind äufserst selten anzutreffen, nur in sehr wenig Fällen ist ein solcher geglückt; aber die wir haben, sind immer hinreichend, um zu zeigen, dafs die Verbindungsart stattfindet.

Wenn wir die Aufmerksamkeit auf die schon bekannte grofse Zahl von gepaarten Schwefelsäuren richten, und erfahren, dafs die Anzahl der organischen Stoffe, welche solche nicht mit Schwefelsäure hervorbringen, sehr eingeschränkt ist; wenn wir finden, dafs Salpetersäure, Phosphorsäure und sogar Säuren von Chlor gepaarte Verbindungen eingehen, so zeigt es sich, dafs diese Verbindungsweise, wenn sie auch erst ganz spät richtig aufgefafst worden, nichts destoweniger eine allgemein vorkommende ist; und sie scheint in den Werkstätten der organischen Natur viel allgemeiner angewandt zu seyn, als in der unorganischen Chemie, so dafs die gröfsere Anzahl der organischen Stoffe aus gepaarten Verbindungen bestehen können, welche durch Trennung der so vereinigten Körper zu entdecken uns selten glücken wird. Wir machen nur Bekanntschaft mit den gepaarten Verbindungen, und müssen uns damit begnügen, sie als eigene bestimmte Körper zu betrachten.

In der unorganischen Chemie haben wir erfahren, dafs die Verbindungskraft zwischen dem chemisch wirksamen Oxyd und dessen Paarling sehr ungleich ist; zuweilen wird die Verbindung durch geringe Einflüsse zersetzt, zuweilen ist sie so stark, dafs sie nur durch Zerstörung eines der Körper aufgehoben werden kann. Der Sauerstoff des wirk-

Digitized by Google

samen Oxyds kann gegen Schwefel, Chlor u. s. w. ausgetauscht werden, und der Paarling folgt dem Radical aus der einen Verbindung in die andere. Die gepaarte Verbindung von Platinchlorür und Elayl kann durch Kalihydrat zerlegt werden, und der Paarling folgt dabei dem Platin im Platinoxydul; es kann durch Zink zerlegt werden, und das Platin scheidet sich noch gekoppelt mit Elayl aus. Finden sich nun solche innige Verbindungen zwischen einem Paarling und einem zusammengesetzten Radical, so sieht man leicht, wie unmöglich es wird, ein solches Verhalten auszumitteln.

Die grofse Schwierigkeit bei Anwendung des Begriffs von zusammengesetzten Radicalen auf die Beurtheilung der rationellen Zusammensetzung organischer Stoffe liegt also darin, zu erkennen, ob man es mit einem einzigen organischen Oxyd oder mit einer gepaarten Verbindung zu thun habe. Im ersteren Falle ist es ganz leicht, einen Begriff vom Radicale zu erhalten, im letzteren ist es nicht möglich, denn das wirksame Oxyd hat sein Radical und der Paarling hat seins, und wenn der Paarling eine Verbindung von zwei Stoffen ist, so hat ein jeder von diesen sein Radical. Man sieht daraus klar, dafs der Begriff von zusammengesetzten Radicalen ganz richtig und doch unter solchen Verhältnissen nicht anwendbar seyn kann, bevor man nicht Kenntnifs von der Zusammensetzung sowohl des wirksamen Oxyds als des Paarlings erhalten hat. Wenn diese Kenntnifs unerreichbar ist, und das ist sie in den zahlreichsten Fällen, so müssen wir, wie ich schon erinnert habe, den organischen Stoff empirisch als ein einziges Ganzes betrachten.

Die Anzahl der zusammengesetzten Radicale dürfte vielleicht nicht sonderlich grofs seyn. Denn es wäre möglich, dafs die unendliche Mannigfaltigkeit bedingt würde durch Abänderungen in den gepaarten Verbindungen. Wir haben fast ein Hundert Schwefelsäuren, die sich nur durch verschiedene Paarlinge unterscheiden.

Ich habe erwähnt, dafs wenn die Sauerstoffatome in ei-

Digitized by Google

nem organischen Atom die Zahl sieben übersteigen, wir Grund haben zu vermuthen, die Verbindung gehöre zu den gepaarten, in welchen durch den gepaarten Sauerstoffgehalt der zusammengepaarten Oxyde die Atomenzahl beim Sauerstoff zuweilen ziemlich hoch werden kann. Zuweilen geschieht es bei diesen Verbindungen, dafs ihr Sauerstoffgehalt verringert oder vermehrt werden kann. Wenn aber dieses blofs bei einem der so verbundenen Oxyde geschieht, so wird diese Aenderung nur ein geringer Bruch vom Sauerstoffgehalt aller zusammen seyn, und er entspricht nicht den multiplen Verhältnissen, welche wir gewohnt sind in der unorganischen Natur anzutreffen; es ist aber klar, dafs sie diesen entsprechen würden, wenn wir sie nach dem Oxyd berechnen könnten, welchem sie angehört. So z. B. enthält das Protein 10 Atome Sauerstoff, aber der Sauerstoffgehalt desselben kann um 2 oder 3 Atome vermehrt werden, zum Bi- und Tri-Oxyprotein mit 12 und 13 Atomen Sauerstoff. Es ist klar, dafs dieser ungewöhnlich kleine Zuschufs von Sauerstoff für uns eine gepaarte Verbindungsweise ausspricht, worin die Vermehrung des Sauerstoffgehalts nur dem chemisch wirksamen Oxyd gilt.

Wir haben bei der Oxaminsäure gesehen, dafs zu den Körpern, welche Paarlinge seyn können, auch die Amide gehören. Aus Fehling's Versuchen über die Bernsteinsäure hat sich gezeigt, dafs diese Säure eine eben so beschaffene mit Succinamid gepaarte Bernsteinsäure giebt, und Laurent's Versuche thun dar, dafs ähnliche mit Amid gepaarte Säuren auch von der Weinsäure, Milchsäure, Kamphersäure und Phtalinsäure gebildet werden. Diese Beispiele sind auf einmal von einem Einzigen zu einer Menge angewachsen. Es ist daraus klar, dafs diese Verbindungsweise allgemeiner seyn mufs, als wir bisher zu vermuthen Grund hatten. Aber diefs umfafst die Lehre von den ternären Radicalen, worin auch Stickstoff eingeht, auf eine Weise, welche unmöglich ausgemittelt werden kann. So lange das Amid aus einem niederen Oxydationsgrad einer Säure verbunden mit NH^2 besteht, ist das Verhalten leicht zu entdecken da-

Digitized by Google

durch, dafs Säuren und Alkalien das Amid, indem sie das damit vereinigte Oxyd auf Kosten des Wassers oxydiren, in Ammoniak oder Ammoniumoxyd verwandeln. Wenn aber Amide anderer Art, wo eine solche höhere Oxydation des Oxyds nicht stattfinden und das Amid folglich nicht in Ammoniak verwandelt werden kann, Paarlinge zu organischen Oxyden, stickstoffhaltigen oder nicht-stickstoffhaltigen, werden, so lassen sich diese nicht auf dem angeführten Wege entdecken.

Aus allem bisher Angeführten ist demnach klar, dafs wenn auch die Ansicht in Betreff der zusammengesetzten Radicale ganz richtig ist, doch noch vieles bisher Unbekanntes entdeckt werden mufs, ehe wir eine zuverlässige Anwendung von derselben machen, und eine Verbindung von Sauerstoff mit einem zusammengesetzten Radical bestimmt von einem gepaarten Oxyd unterscheiden können. Unsere rationelle Einsicht beschränkt sich darauf, dafs es uns geglückt ist nachzuweisen, dafs es zusammengesetzte Radicale giebt, und dafs deren Verbindungen mit Sauerstoff, Schwefel, Salzbildnern u. s. w. eine grofse und allgemeine Neigung zur Bildung von gepaarten Verbindungen haben, worin der eine so verbundene Stoff seine chemische Wirksamkeit behält, während der andere in den meisten Fällen sie gänzlich verliert.

In welchem Verhältnifs stehen die Substitutions-Phänomene zu diesen Ansichten? Diese Frage bietet sich in Folge des von mir eben Angeführten unwillkührlich dar.

Klar ist, dafs wenn eine gepaarte Verbindung mit Chlor oder Brom zusammenkommt und ein Austausch stattfindet, dieser nicht gleichzeitig im Paarling und in dem chemisch wirksamen Oxyd erfolgen kann. Aber dadurch entsteht dann eine ganz andere Ansicht von der Sache, als die metaleptische Theorie mit sich bringt. Es darf nicht als eine blofse Muthmafsung betrachtet werden, wenn man annimmt, dafs es dabei der Paarling sey, welcher zuerst vom Salzbildner verändert wird, da ich mit klaren Beispielen beweisen werde, dafs ein Paarling auf diese Weise durch einen

Digitized by Google

Salzbildner verändert werden kann, ohne dafs er deshalb aufhört ein Paarling zu seyn zu dem chemisch wirksamen Oxyd, welches, im Fall dieses eine Säure ist, seine Eigenschaften als Säure behält und Salze bildet, mit den mehr oder weniger bemerkenswerthen Veränderungen in den Eigenschaften, welche durch die veränderte Zusammensetzung des Paarlings entstehen. Daraus ist die Sage von chemischen Typen entsprungen. Diefs hindert indessen nicht, dafs auch endlich das chemisch wirksame Oxyd vom Chlor verändert werden könne, aber dann entsteht eine Verbindung ganz anderer Art, bei welcher die Eigenschaften des chemisch wirksamen Oxyds nicht mehr angetroffen werden.

Diese Substitutionen sind niemals von Anderen als von Anhängern der Metalepsie theoretisch behandelt worden, und man kann sagen, dafs fast ein Jeder, der einen Versuch in dieser Richtung gemacht hat, bald dieser theoretischen Ansicht zugethan ward. Es ist wohl hier der Ort, diese Erscheinungen von anderen Gesichtspunkten aus zu betrachten, und dieser Rücksicht wegen will ich einige Beispiele anführen.

1) Wenn Bittermandelöl oder Pikramyl-Bioxyd, $C^{14}H^{12}+2O$, mit Chlor behandelt wird, wird ein Aequivalent Wasserstoff gegen ein Aequivalent Chlor ausgetauscht. Dabei bildet sich ein Körper, der bei seiner ersten Entdekkung den Namen Chlorbenzoyl bekam. In der metaleptischen Theorie wird derselbe, nach dem zuvor Angeführten, als ein unveränderter Typ $=C^{14}{H^{10} \atop Cl^{2}}O^{2}$ angesehen, und das Chlor spielt darin dieselbe Rolle und nimmt darin dieselbe Stelle ein wie das fortgegangene Wasserstoff-Aequivalent. Wenn der Körper aber dann in Alkohol mit Kalihydrat behandelt wird, entsteht Chlorkalium und benzoësaures Kali. Dieses zeigt eine ganz andere Zusammensetzungsweise: es enthält nämlich dieselbe Verbindung von Kohle und Wasserstoff, welche sich in der Benzoësäure findet, vereinigt mit zwei Atomen Sauerstoff und ein Aequivalent Chlor. Das Gegenstück dazu zeigt sich zahlreich

bei unorganischen Radicalen, z. B. dem Schwefel, Chrom, Wolfram, Molybdän. Aber deren Verbindungen bestehen aus zwei Atomen wasserfreier Säure und einem Atom Superchlorid; dasselbe müfste auch hier der Fall seyn, und das Chlorbenzoyl-Biacichlorid seyn

$$=2C^{14}H^{10}O^{2}+C^{14}H^{10}Cl^{3}.$$

Hier hat folglich keine Substitution stattgefunden, sondern aus 3 At. Pikramylbioxyd sind entstanden 2 At. Benzoësäure und 1 At. Benzoylsuperchlorid, welche eine Verbindung eingingen. Das Chlor hat das Radical, welches es vorfand, zerstört und ein anderes gebildet, welches eben so viel Atome Kohle, aber ein Aequivalent Wasserstoff weniger enthält. Das Verhalten ist offenbar und unwiderleglich.

2) Wirkt das Chlor auf eine gepaarte organische Säure, in welcher der Paarling ein Kohlenwasserstoff von vielen Atomen eines jeden der beiden Elemente ist, so müfste die Substitution auf den Wasserstoff des Paarlings ausgeübt werden. Was dabei durch die Veränderung entsteht, kann nicht factisch dargethan werden, aber man kann die möglichen Fälle einsehen, ohne dafs man deshalb eine Vermuthung zu äufsern braucht, welcher von ihnen eintritt.

a) Der Paarling kann aus mehren Atomen des Kohlenwasserstoffs bestehen, und bei der Substitution kann einer von ihnen gesondert seinen Wasserstoff gegen Chlor austauschen, wobei Chlorkohle und der übrige Kohlenwasserstoff, zum Paarling verbunden, zurückbleiben. Bestehe der Paarling z. B. aus 3 At. CH^{3}. Wird nun ein Atom CH^{3} für sich vom Chlor in CCl^{3}, d. h. in Kohlensuperchlorid verwandelt, so erhält man durch Substitution drei Säuren, in welchen der saure Körper unverändert derselbe ist, aber mit drei verschiedenen Paarlingen, nämlich $CCl^{3}+2CH^{3}$, $2CCl^{3}+CH^{3}$ und endlich $3CCl^{3}$.

b) Diese successiven Austausche von Wasserstoff gegen Chlor können jedoch auch auf eine andere Weise und unter Bildung eines anders beschaffenen Paarlings geschehen, von welcher Veränderungsweise ich überdiefs einen positi-

Digitized by Google

ven Beweis anführen werde. In dem zuvor citirten Lehrbuch der Chemie, Bd. I, S. 709, habe ich bereits angeführt, dafs die Essigsäure möglicherweise eine gepaarte Oxalsäure seyn kann, worin der Paarling $\mathrm{CH^3}$ ist. Ich glaube nicht, dafs es schon entschieden werden könne, ob dem so sey; allein nehmen wir diesen Fall als Beispiel. Ist die Essigsäure $= \dddot{\mathrm{C}} + \mathrm{CH^3}$, und wird darin ein Aequivalent Wasserstoff gegen 1 Aequivalent Chlor ausgetauscht, so hat man $\mathrm{CH^2\,Cl}$; diefs ist Elaylchlorür, und das gehört zu den Körpern, welche Paarlinge zu Säuren bilden. Wird abermals ein Aequivalent Wasserstoff gegen Chlor ausgetauscht, so entsteht $\mathrm{CHCl^2}$, Formylsuperchlorür, welches Paarling zu Oxalsäure ist; nach noch einem Austausch haben wir Kohlensuperchlorür, $\mathrm{CCl^3}$, als Paarling der Säure, d. h. die Essigsäure ist in Chloroxalsäure (*Acide chloracétique*, Dumas) verwandelt. Bei den Versuchen über die Einwirkung des Chlors auf die Essigsäure hat man diese niemals bis zur Vollendung getrieben, und es ist also unbekannt, ob diese Zwischengrade existiren, und wenn diefs der Fall ist, ist es eben so offenbar, dafs die Essigsäure eine mit $\mathrm{CH^3}$ gepaarte Oxalsäure ist. Existiren sie nicht, so verwandelt sich ein Theil der Essigsäure, auf welche das Chlor einwirkt, sogleich in Chloroxalsäure, welche als solche von der unveränderten Essigsäure abgeschieden werden kann. Dann bewirkt das Chlor keine Substitution, sondern eine Zerstörung der Essigsäure, und diefs wäre dann ein Grund, sie als eine Säure mit selbstständigem Radical anzusehen.

c) Wenn der Paarling ein Oxyd mit einem selbstständigen Radical ist, so entsteht, durch Austausch von Wasserstoff gegen Chlor, ein Oxychlorür eines Radicals mit weniger Wasserstoff, oder wenn dann aller Wasserstoff ausgetauscht ist, ein Oxychlorür von Kohle.

Es ist bemerkenswerth, wie ein Körper, welcher einmal als Paarling in eine Verbindung eintritt, eine Veränderung seiner Zusammensetzung nach der andern durchmachen kann, und doch seine Eigenschaft als Paarling behält. Die Indigoschwefelsäure liefert uns davon die zahlreichsten

Digitized by Google

Beispiele. Indigoblau als Paarling zu Schwefelsäure erleidet seine zahlreichen Verwandlungen durch Salzbildner, Salpetersäure, Alkalien und reducirende Einflüsse, ohne den Zusammenhang mit der Schwefelsäure aufzugeben.

Ich will nun aus der unorganischen Chemie den positiven Beweis für Paarlingsveränderungen vorlegen, dessen ich in dem Vorhergehenden erwähnte.

Kolbe, welcher neulich eine Untersuchung über die Verwandlungen des Kohlenschwefels durch Einwirkung von Chlor vollendet, hat gezeigt, daſs der Körper, welcher durch Chlor oder Königswasser aus Kohlenschwefel gebildet wird, aus Kohlensuperchlorid und schwefliger Säure besteht, $C\,Cl^2 + \ddot{S}$. Dieſs ist eine Art gepaarter Vereinigungen von Kohlensuperchlorid und schwefliger Säure. Wenn kaustisches Kali darauf einwirkt, wird ein Theil des Chlors gegen Sauerstoff aus dem Kali vertauscht, und von 2 At. $(C\,Cl^2 + \ddot{S})$ erhält man 1 At. Chlorkalium und 1 At. eines Kalisalzes, dessen Säure besteht aus 1 At. Kohlensuperchlorür und 1 At. Dithyonsäure $= C\,Cl^3 + \dddot{S}$. Dieſs ist eine starke Säure, die sich abscheiden und krystallisirt erhalten läſst; sie kann Kohlensuperchlorür - Dithyonsäure genannt werden, und ist offenbar eine gepaarte Dithyonsäure, in welcher der Paarling derselbe ist wie in der Chloroxalsäure.

Wenn man metallisches Zink in eine Auflösung dieser Säure legt, so löst dasselbe sich ohne alle Gasentwicklung auf, und man erhält in der Flüssigkeit zwei Zinksalze gelöst. Ein Atomgewicht der Säure löst 2 At. Zink, und die Lösung enthält 1 At. Zinkchlorür und 1 At. eines Zinkoxydsalzes, dessen Säure aus $C^2 H^2 Cl^2 + \dddot{S}$ besteht. Ein Aequivalent Chlor ist vom Zink fortgenommen, und der Wasserstoff, welcher bei Bildung von einem Atom Zinkoxyd zur Sättigung der Säure abgeschieden worden, ist an dessen Stelle in den Paarling eingetreten, welcher nun aus Kohlensuperchlorür in Formylsuperchlorür verwandelt ist, ohne seine Stelle als Paarling verlassen zu haben. Diese Substitution ist, gegen die zuvor erwähnten, in umgekehrter Ordnung geschehen, und dabei hat sich im Paarling ein

Digitized by Google

zuvor nicht darin vorhandenes zusammengesetztes Radical gebildet.

Wenn man diese oder die zuerst erwähnte Säure, gleichviel welche, in Wasser gelöst, mit einem Atomgewicht Schwefelsäure vermengt und Zink hineinlegt, so sättigt sich die Säure mit Zink, ohne dafs Wasserstoff entwickelt wird; nach Verschiedenheit der angewandten gepaarten Säure werden drei oder vier Atomgewichte Zink aufgelöst, und man erhält in der Lösung 1 oder 2 Atomgewichte Zinkchlorür, 1 Atomgewicht schwefelsaures Zinkoxyd und 1 Atomgewicht eines neuen Zinksalzes, worin blofs ein Aequivalent Chlor geblieben, dessen Säure $C^2 H^4 Cl + \overset{\cdot\,\cdot\,\cdot}{\overset{\cdot\,\cdot}{S}}$, d. h. eine mit Elaylchlorür gepaarte Dithyonsäure. Setzt man auch bei Bildung dieses Salzes mehr als ein Atom Schwefelsäure hinzu, so läfst sich doch das Elaylchlorür dadurch nicht zerlegen, sondern bei Lösung des Zinks in der im Ueberschufs hinzugesetzten Säure wird Wasserstoff entwickelt.

Aber was die durch Ueberschufs von Schwefelsäure erregte Verbindungskraft nicht ausrichten kann, das vermag der elektrische Strom. Kolbe hat gezeigt, dafs wenn man das Kalisalz irgend einer dieser drei gepaarten Dithyonsäuren in concentrirter Lösung zwischen amalgamirten Zinkplatten dem elektrischen Strom von z. B. 2 oder 3 Paaren des Bunsen'schen Kohlenzinkapparats aussetzt, sich durch Oxydation des Zinks basisches Chlorzink bildet und kein Wasserstoff entwickelt, bevor nicht der ganze Chlorgehalt der Säure gegen Wasserstoff ausgetauscht ist. Man hat dann eine vierte gepaarte Dithyonsäure, $CH^3 + \overset{\cdot\,\cdot\,\cdot}{\overset{\cdot\,\cdot}{S}}$, erhalten, in der der Paarling die Zusammensetzung des Methyls besitzt. Diefs ist derselbe Körper, den wir vorschlagsweise als in der Essigsäure enthaltend annahmen, wenn diese eine gepaarte Oxalsäure ist.

Kolbe hat gezeigt, dafs die Chloroxalsäure auf dieselbe Weise in Essigsäure verwandelt werden kann; auch hat er Zwischengrade darin angedeutet, die mit Bestimmtheit ausgemittelt zu sehen für die Wissenschaft von der gröfsten Wichtigkeit wäre.

Digitized by Google

Diese einfachen Versuche, bei welchen das chemisch wirksame unorganische Oxyd dasselbe ist in allen Säuren, und folglich von der Natur, dafs seine Bestandtheile die Frage über die Veränderungen des Paarlings bei der Substitution nicht berühren, leiten zu folgenden einfachen Schlüssen:

1) Ein Paarling kann, ungeachtet gänzlicher Veränderung der Zusammensetzung, seine Stelle als Paarling behalten.

2) Wenn der Paarling eine Chlorkohle ist und das Chlor wird partiell gegen Wasserstoff ausgetauscht, so entstehen neue Radicale von Kohle und Wasserstoff, deren Chlorür oder Chlorid als Paarling zurückbleibt, und wenn alles Chlor ausgetauscht wird, bildet sich ein Kohlenwasserstoff, welcher die Stelle der Chlorverbindung als Paarling einnimmt. Daraus ist klar, dafs wenn der Austausch in umgekehrter Ordnung vor sich geht, oder wenn Wasserstoff gegen Chlor ausgetauscht wird, der Vorgang auf dieselbe Weise beurtheilt werden mufs.

3) Der Einflufs des elektrischen Stroms bietet eine Möglichkeit dar, Chlor gegen Wasserstoff auszutauschen, und in diesem Falle bildet sich aus Wasserstoff und Kohle ein Radical, worin der Wasserstoff wohl dieselbe Stelle wie das Chlor einnehmen, aber nicht dieselbe Rolle wie dieses spielen kann. Diefs Resultat von Kolbe's Versuchen vollendet die Widerlegung der metaleptischen Ansichten und das Phantasiespiel mit chemischen Typen.

Ich bin weit entfernt behaupten zu wollen, dafs das eben Angeführte alle Fälle erkläre, wo Wasserstoff empirisch durch einen Salzbildner ersetzt wird. Der innere Vorgang dabei und die Producte desselben können von mannigfach verschiedener Beschaffenheit seyn. Der bisher begangene Fehler hat gerade darin bestanden, dafs man eine Erklärung geben wollte, die auf alle Fälle pafste. Wir haben sogar Fälle, wo unterchlorige Säure und unterbromige Säure scheinen Bestandtheile des Productes auszumachen.

Digitized by Google

Ich bin nicht so vermessen, mir Hoffnung zu machen, dafs diese Ansichten von den Schwierigkeiten einer richtigen Beurtheilung der rationellen Zusammensetzung organischer Stoffe einigermafsen Gehör finden werden bei den Anhängern der Metalepsie. Sie fassen ihre Theorie mit voller Ueberzeugung von deren Unfehlbarkeit auf, und gegen blinden Glauben läfst sich mit Grund und Beweis wenig ausrichten. Allein ich bin nicht ohne Hoffnung, dafs das hier Vorgetragene einige Aufmerksamkeit finden werde bei der grofsen Anzahl von Chemikern, welche bei diesen Fragen bisher noch keinen Anlafs hatten, sich für eine gewisse Ansicht zu bestimmen.

II. *Ueber das Daseyn einer bisher unbekannten Variation der Sonnenwärme; vom Professor* Nervander *in Helsingfors.*

(Ein am 19. Jan. 1844 in der St. Petersburger Academie gelesener Brief an Hrn. Hefs. — *Bullet. de la classe phys. math. de l'acad. de St. Petersb. T. III, p. 1.*)

Unter der grofsen Masse unserer meteorologischen Kenntnisse giebt es nur eine sehr kleine Zahl von Wahrheiten, die zur eigentlichen Meteoronomie gehören. Das heifst, wir kennen das Historische des meteorologischen Zustandes für eine Zahl von Jahren und für die verschiedensten Gegenden; allein von den Gesetzen, welchen dieser Zustand unterworfen ist, wissen wir sehr wenig. Beschränken wir uns z. B. zuvörderst auf die Untersuchung des Ganges der Temperatur, so finden wir, dafs wir nur zwei Gleichungen der Sonnenwärme kennen, nämlich die jährliche und die tägliche. Thermometer-Beobachtungen haben gezeigt, dafs die Temperatur niedriger ist im Winter als im Sommer, niedriger in der Nacht als am Tage. Aber eben das weifs Jedermann, auch ohne den Gebrauch des

Digitized by Google

Thermometers, mittelst dessen man nur die Gränzen der Constanten dieser Gleichungen bestimmt hat.

Es wird daher, wie mir scheint, interessant seyn, eine dritte Gleichung nachzuweisen, deren Daseyn, viel versteckter als das der beiden ersten, nur durch fortgesetzte und wissenschaftliche Beobachtungen entschleiert werden kann.

Bereits zu Anfange dieses Jahres habe ich Ihnen schriftliche Anzeige von dieser Entdeckung gemacht; gegenwärtig sind meine Untersuchungen so weit vorgerückt, daſs sie das Daseyn einer bisher unbekannten Variation der Sonnenwärme sehr wahrscheinlich machen. Hier das Historische dieser Entdeckung.

Seit mehren Jahren bin ich, wie Sie wissen, mit Untersuchungen zu dem Zweck beschäftigt gewesen, irgend eine Regelmäſsigkeit in denjenigen Temperaturveränderungen aufzufinden, die man unter der allgemeinen Benennung von *Unregelmäſsigkeiten* umfaſst. Bei diesen gewagten Untersuchungen wurde ich einzig durch die Idee unterstützt, welche ich vor langer Zeit ausgesprochen, daſs nämlich diese Unregelmäſsigkeiten nur Regelmäſsigkeiten einer höheren Ordnung seyen [1]). Diese Idee ist nicht neu, im Gegentheil scheint Jedermann sie einzuräumen; aber es scheint fast als habe sie bisher zur Klasse der todten, oder wenigstens unfruchtbaren Ideen gehört; es war eine Redensart, deren Jeder sich bediente, ohne sie je in's Leben zu rufen. In der That, wenn es sich um die Discussion von Thermometer-Beobachtungen handelte, thaten die meisten Physiker ihr Mögliches, um diese »Unregelmäſsigkeiten« auszumerzen und zu mittleren Temperaturen zu gelangen. Das war der einzige Zweck, den sie zu erreichen suchten, sey es durch Wahrscheinlichkeitsrechnung, sey es durch Nehmung von Mitteln aus mehren Jahren. Diese der Wissenschaft eingeprägte Richtung hat zuletzt die Untersuchung dieser Unregelmäſsigkeiten äuſserst schwierig gemacht; sie ist Ursache, daſs man, bis auf einige Ausnahmen, die Veröffentlichung der Original-Beobachtungen in *extenso* ver-

1) *Bulletin scientifiq.*, *T. VI*, *No.* 15 *et* 16.

Digitized by Google

nachlässigte, eine Veröffentlichung, auf deren Nothwendigkeit es Zeit ist zu bestehen. Wenn diese detaillirten Beobachtungen nicht werth sind, veröffentlicht und Jedermann zugänglich gemacht zu werden, so sind sie auch nicht werth, daſs ein Mann der Wissenschaft seine Zeit zu ihrer Anstellung opfere.

Während ich mich den oben erwähnten Untersuchungen überlieſs, meldete ich, vor etwa zwei Jahren, den HH. Kupfer und Lenz die Entdeckung einer Periodicität in dem Zu- und Aufgehen der Newa und mehrer anderer Flüsse unserer Gegenden. Diese Periode umfaſst beinahe sieben Jahre, wie ich anderswo beweisen werde. Es war natürlich, die Ursache davon zuvörderst in den Mitteltemperaturen der ganzen Jahre, geordnet nach der siebenjährigen Periode, zu suchen. Allein obwohl ich zu recht sonderbaren Resultaten gelangte, von denen ich hier übrigens nicht sprechen will, so gewahrte ich bald, daſs man der Hoffnung entsagen müsse, diese Ursache dort zu finden, wo ich sie damals suchte. Ich nahm also meine Zuflucht zu Perioden von kürzerer Dauer als ein Jahr. Unter diesen zog zunächst die der Axendrehung der Sonne meine Aufmerksamkeit auf sich. Allgemeine Betrachtungen schienen es mir wahrscheinlich zu machen, daſs die Oberfläche der Sonne nicht überall gleiche Wärme haben könne. Denn sonst würde sie eine Ausnahme darbieten von dem gewöhnlichen Gesetze der Natur, die, so viel wir wissen, kein Ding vollkommen regelmäſsig erschaffen hat. Es handelt sich also darum zu sehen, ob die vorausgesetzten Unregelmäſsigkeiten in der Sonnenwärme groſs genug seyen, um auf der Erdoberfläche wahrgenommen zu werden. Hoffnung, daſs sie es seyn würden, gaben mir, auſser dem analogen Fall der veränderlichen Sterne, vor allem die Sonnenflecke. In der That, da diese Flecke bloſs eine Zone auf der Sonne einnehmen, so muſs diese Zone physisch verschieden seyn von dem Rest der Sonnenoberfläche, und da dieser Unterschied groſs genug ist, um mit unseren Augen wahrgenommen werden zu können, so könnte er auch wohl einen

Digitized by Google

merklichen Effect auf unsere Thermometer haben. Meine Gründe, ich gebe es gern zu, waren keine sehr starke; allein dennoch beschloſs ich einige Reihen der täglichen Beobachtungen, die man seit 1816 in den *Annales de chimie et de physique* mitgetheilt findet, zu berechnen, und nach der Rotationszeit der Sonne zu ordnen. Bald erkannte ich indeſs, daſs man dieser Arbeit entsagen müsse. Die Dauer der Sonnendrehung war so wenig bekannt, daſs sie mit einer Unsicherheit von fast 0,95 eines Tages behaftet blieb, während eine vorläufige Prüfung mir gezeigt hatte, daſs man, wenn diese Unsicherheit 0,1 eines Tages überstieg, fast unmöglich zu einem Resultat gelangen könnte. Diese Prüfung hatte mich indeſs zu einer wichtigen Bemerkung geführt. Die Dauer der geocentrischen Rotation der Sonne war von den Astronomen zwischen 27,0 und 27,5 Tagen als Gränzen festgesetzt; ich fragte mich also, wie müſste diese Dauer seyn, damit sie, bei Division in den Zeitraum von sieben Jahren, eine ganze Anzahl von Rotationen zum Quotienten gäbe. Nach einigen Proben fand ich 27,19. Ich war anfangs zu glauben geneigt, dieſs sey die wahre Rotationszeit; allein bald erinnerte ich mich, daſs 27,21 Tage die Breiten-Periode des Mondes bilden. Die Zahlen kommen einander so nahe, daſs ich einsah, ich müſste vor Allem den Einfluſs dieser Periodicität und im Allgemeinen den Einfluſs des Mondes auf die Erdtemperaturen untersuchen. Schübler hat gezeigt, daſs dieser Einfluſs sich in der Menge des Regens ausspricht; es hatte also wohl Wahrscheinlichkeit, daſs dieser Einfluſs sich auch auf die Temperatur erstrecke; denn man muſs glauben, daſs die Mitteltemperatur der Regentage nicht dieselbe seyn kann, wie die der heiteren Tage.

Zunächst untersuchte ich die synodische Periode, welcher Schübler den vorwaltendsten Einfluſs zuschreibt. Ermuthigt durch den Erfolg, schritt ich zur Untersuchung anderer Perioden, und fand eben so merkwürdige Resultate. Die Uebereinstimmung mit den von Schübler erhaltenen Resultaten ist sehr befriedigend. Im Allgemeinen

Digitized by Google

kann man sagen, dafs unter den Umständen, wo er fand, der Mond vermehre die Regentage, sich mir ergab, derselbe erhöhe die Temperatur. Das Resultat kann im ersten Augenblick etwas paradox erscheinen; allein man mufs erwägen, dafs es sich hier blofs um Europa handelt, und dafs in Europa die Zunahme der Sommerwärme von einer Zunahme des Regens begleitet wird. Es findet also in dieser Beziehung zwischen der Wirkung der Sonne und der des Mondes eine Analogie statt, in sofern beide, wenn sie die Temperatur erhöhen, auch eine Zunahme des Regens veranlassen. Nach Schübler vermehrt die Wirkung des Mondes auch die Häufigkeit der West- und Südwestwinde; allein diese Winde werden im Allgemeinen nicht blofs von einer Vermehrung des Regens, sondern auch von einer Erhöhung der Temperatur begleitet.

Um zu diesen Resultaten zu gelangen, darf man sich nicht begnügen, blofs die merkwürdigen Punkte einer Mondsperiode, z. B. die Syzygien, zu berechnen; man mufs durchaus die Rechnung auf die Beobachtungen aller Tage ohne Ausnahme ausdehnen, und dieses that ich auch. Denn eben so wie das Maximum und das Minimum der von der Sonne bewirkten täglichen Temperatur nicht auf die Stunden 0 und XII fallen, eben so kann es geschehen, dafs der Einflufs des Mondes seinen gröfsten Effect nicht an den Tagen zeigt, wo man ihn suchen könnte, wenn man sich blofs von der Theorie leiten liefse.

In kurzer Zeit werde ich die Resultate im Detail veröffentlichen, damit Jeder mit geringer Mühe die Richtigkeit derselben prüfen könne. Diefs scheint mir um so nöthiger zu seyn, als der Einflufs des Mondes offenbar weit gröfser ist, als es zu glauben die meisten Physiker geneigt scheinen. Deshalb werde ich mich hier auf eine vorläufige Auseinandersetzung der Resultate beschränken können.

Während ich mich mit diesen Rechnungen beschäftigte, sah ich den Bericht des Hrn. Arago über die von Hrn. Laugier gemachte Bestimmung der Rotationszeit der Sonne [1]). Nach Hrn. Laugier beträgt diese Zeit 25,34

1) *Compt. rend. T. XV, p.* 940. *P.*

Digitized by Google

Tage, was für die geocentrische Rotation 27,23 Tage giebt. Der Bericht des Hrn. Arago liefs mich hoffen, dafs diese Bestimmung wenigstens bis auf die erste Decimale richtig seyn würde. Was die zweite Decimale betrifft, so schien sie mir keinen Anspruch auf Genauigkeit zu haben, da Hr. Laugier nicht die dritte angiebt. Die grofsen Unterschiede, welche zwischen den verschiedenen Reihen seiner Beobachtungen vorhanden sind, versprechen ebenfalls keine Genauigkeit jenseits der ersten Decimale. Allein, dafs diese sicher sey, war auch Alles was ich brauchte; denn ich zweifelte nicht, dafs man die zweite durch die Thermometer-Beobachtungen selber finden werde, wenn überhaupt eine von der Axendrehung der Sonne abhängige Periodicität in der Wärme vorhanden sey.

Ich untersuchte also zuvörderst die vier Mal täglich in Paris angestellten Beobachtungen, welche in den *Annal. de chim. et de phys.* veröffentlicht werden. Meine Rechnungen, welche die Beobachtungen von 1816 bis 1839 umfassen, machten es wahrscheinlich, dafs die gesuchte Periodicität wenigstens 27,25 Tage betrage, statt 27,23, wie sie nach Hrn. Laugier seyn sollte. Ermuthigt durch diesen Erfolg, schritt ich zur Prüfung der in Innspruck von 1777 bis 1828, zwei Mal täglich, um 2^h Nachmittags und 4^h Morgens gemachten Beobachtungen. Es zeigte sich in ihnen dieselbe Periodicität, nur war dieselbe durch diese Reihe, die an Zahl der Jahre die Pariser übertrifft, obwohl sie ihr an Genauigkeit nachsteht, bestimmter ausgesprochen.

Um eine Periode von 27,25 Jahren zu erhalten, verfuhr ich folgendermafsen. Ich ordnete die Beobachtungen nach einer Reihe von 27 Tagen, und liefs bei jeder vierten Rotation einen Tag fort. Hierauf verglich ich die Beobachtungen von Paris und Innspruck unter sich, und fand dabei, dafs man alle 7 Jahre noch einen Tag fortlassen müsse. Hiedurch stellte sich zwischen der ersten und der zweiten Hälfte der Innsprucker Beobachtungen, so wie zwischen den Pariser, die befriedigendste Uebereinstimmung heraus. Ueberdiefs mufste solchergestalt der Unterschied zwi-

Digitized by Google

schen dem Maximo und dem Minimo am beträchtlichsten werden. Als ich suchte, wie groſs dieser Unterschied seyn würde, wenn man alle 3, 4, ... 8 Jahre einen Tag fortlieſse, gelangte ich zu folgenden Resultaten:

Jahre.	Paris.	Innspruck.
3	332°,8	
4		272°,7
5		283 ,0
6	395 ,4	323 ,8
7	389 ,2	327 ,1
8		228 ,4
0	343 ,2	243 ,1

Die erste Spalte zeigt an, nach wie vielen Jahren eine Beobachtung fortgelassen ward. Die Zahlen, welche der 0 entsprechen, sind die Unterschiede, welche man für die reine Periode von 27,25 Jahren ohne Fortlassung irgend einer Beobachtung erhält.

Wie man sieht, werden die Unterschiede am gröſsten, wenn man alle 6 oder 7 Jahre eine Beobachtung unterdrückt. Eine Reihe von 60 Jahren ist noch zu unbeträchtlich, als daſs man zwischen diesen beiden Alternativen entscheiden könnte. Die Uebereinstimmung zwischen den Curven, so wie die Unterschiede zwischen dem Maximo und Minimo bleiben fast dieselben. Ich habe daher auf gut Glück die zweite Alternative gewählt; sie giebt der Axendrehung der Sonne eine Dauer von $27^t,2607$, während die erstere sie gleich $27^t,2624$ macht. Man sieht, der Unterschied zwischen diesen Zahlen ist nicht bedeutend.

In der Tafel I, am Schlusse dieses Briefes, enthält die erste Spalte die Summen der Innsprucker Beobachtungen für 2^h Nachm., die zweite die für 4^h Morg., die dritte die Beobachtungen um 2^h von 1777 bis 1804, die vierte die von 1805 bis 1827, und die fünfte die Summen der täglich 4 Mal zu Paris von 1816 bis 1827 angestellten Beobachtungen. Die letzteren Summen sind durch 2 dividirt; allein man muſs sie noch durch 2×322 dividiren, um die Mittel zu erhalten. Eben so müssen die Beobachtungen der ersten und zweiten Spalte durch 684 dividirt werden. So-

Digitized by Google

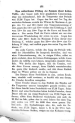
nach wird der Unterschied zwischen den Maximis und Minimis für Paris $=0^{\circ},604$ C., während er für Innspruck $=0^{\circ},48$ R. $=0^{\circ},60$ C. Die Nachtsbeobachtungen zu Innspruck geben einen Unterschied von $0^{\circ},49$ C. Nimmt man die Unterschiede für jede Pariser Beobachtungsstunde einzeln, so gelangt man zu fast identischen Resultaten. So erhält man für die Stunden XXI, 0, III und IX die respectiven Unterschiede $214^{\circ},9$; $203^{\circ},4$; $222^{\circ},1$; $221^{\circ},2$. Aber $\frac{203}{322}$ und $\frac{222}{322}$ weichen nur um $0^{\circ},06$ C. von einander ab.

Alle Beobachtungen sind so geordnet, dafs die erste *horizontale* Reihe dem ersten Tage von 1777 und den Producten dieses Tages multiplicirt mit $n.27,26$ entspricht, wo n eine ganze Zahl bedeutet. Eben so entspricht die zweite horizontale Reihe dem zweiten Tage von 1777 und den Producten dieses Tages multiplicirt mit $n.27,26$, und so fort.

Ueberdiefs habe ich, für die Beobachtungen zu Innspruck um 2^{h} Nachmittags, die 27 ersten Tage eines jeden Monats ausgezogen aus den jährlichen Tafeln, auf welche sich die erste Kolumne der Tafel I stützt. In diesen Auszügen nehmen die Beobachtungen von jedem Tage dieselbe Stellung ein, wo sie sich in den jährlichen Tafeln befinden. So gaben mir die 51 jährigen Innsprucker Beobachtungen 51 Umdrehungen der Sonne für den Monat Januar, wovon ich die Summen für die 27 Tage dieser Umdrehungsperiode berechnete, und so für die übrigen Monate des Jahres.

Ich halte es nicht für nöthig, hier die so gefundenen Summen für jeden Monat einzeln zu geben; allein in der Tafel II enthält die erste Kolumne die Summen für die sechs Wintermonate, vom October ab, die zweite die für die sechs Sommermonate, die dritte die Summen für die sechs ersten Monate, die vierte die Summen für die sechs letzten Monate des Jahres, die fünfte die für die Monate November, December, Januar, Mai, Juni und Juli, und endlich die sechste die Summen für die Monate Februar, März, April, August, September und October.

Digitized by Google



Eine aufmerksame Prüfung der Summen dieser beiden Tafeln, oder besser noch ihrer graphischen Construction, zeigt uns nebenstehend, daß die Temperatur eine Periode von 27,26 Tagen hat. Gegen den 3ten und 7ten Tag der verticalen Kolumne erreicht die Wärme ihr Maximum A, gegen den 7ten und 12ten findet eine Temperaturerniedrigung a' statt, gegen den 11ten und 12ten wieder eine Erhöhung A', und vom 15ten bis zum 19ten Tage ist die Curve auf ihrem Minimum a. Der zweite Theil der Curve scheint mir nur eine verworrene Wiederholung der ersten zu seyn. Gegen den 19ten oder 20ten findet ein Maximum B statt, darauf eine Senkung b', welcher gegen den 22sten oder 24sten eine Erhöhung B' folgt, und endlich gegen den ersten Tag eine Minimum C.

Die sechs Curven, welche den Gang der Periode während der Jahreshälften für Innspruck darstellen, sind von einer Uebereinstimmung, die, in einigen Fällen, selbst zu groß erscheint, denn die kleinen Einbiegungen, welche kaum anders als zufällig seyn können, entsprechen einander ebenfalls. Wir dürfen also folgern, daß die Ursache, welche diese Curven erzeugt, ihren Einfluß ununterbrochen das ganze Jahr hindurch ausübe, und daß dieser Einfluß sogar im Winter größer sey als im Sommer.

Das Daseyn dieser Periodicität ist also, meines Erachtens, ziemlich wohl erwiesen; es handelt sich nun darum, die Ursache derselben anzugeben.

Diese Ursache könnte in dem Einfluß des Mondes auf die Temperatur unserer Atmosphäre gesucht werden; nur hat dieser Satellit keine Periodicität von 27,26 Tagen. Seine Breite und seine Declination haben freilich Perioden, deren Dauer sich nur um einige Hundertel von 27,26 Tagen entfernen; allein diese Hundertel wiederholen sich mehr als 13 Mal im Jahr, geben also in zwei Jahren fast einen Tag, und mithin von 1777 bis 2839 über einen ganzen Umlauf mehr. Die Beobachtungen also, die, nach der Periode von 27,26 Tagen, immer z. B. in der 27ten horizontalen Kolumne bleiben, steigen um eine Kolumne wenig-

Digitized by Google

stens alle zwei Jahre, wenn man sie nach der Declination des Mondes ordnet. Nun giebt es entweder eine Mondsperiode, deren Daseyn mir unbekannt ist, oder die erwähnte Curve wäre der Effect einer gewissen Interferenz zwischen den übrigen Mondsperioden. Eine solche Interferenz scheint mir jedoch wenig wahrscheinlich, wenigstens kann ich mir für jetzt keine Idee von ihr machen. Ueberdiefs sind die Temperaturvariationen während der übrigen bekannten Perioden nicht so beträchtlich, dafs man nach ihrer gegenseitigen Zerstörung einen constanten Rücktand annehmen könnte, einen Rückstand, der eine Periodicität darböte, bei der der Unterschied zwischen dem Maximo und Minimo bis 0°,6 C. ginge.

Der einzige Umstand, welcher der Idee, die Quelle dieser Periodicität in dem Monde zu suchen, günstig erscheinen könnte, wäre, dafs die Temperaturvariation, die sich während ihrer Dauer zeigt, im Winter gröfser ist als im Sommer. Dennoch scheint mir, dafs diese Variation, selbst im Fall sie von der Sonne abhinge, dieselbe seyn müfste während des ganzen Jahres. Gesetzt nämlich, dafs es auf der Sonne zwei Seiten oder zwei Punkte gäbe, die mit verschiedener Wärmkraft begabt wären. Ihre Kräfte seyen respective A und a. Dann werden diese Kräfte im Winter seyn $= A - n$ und $a - n$, woraus folgt, dafs ihr Unterschied im Winter derselbe wie im Sommer seyn wird, d. h. $= A - a$.

Es bleibt noch der Einwurf, dafs diese Variation gröfser im Winter als im Sommer zu seyn scheint, und dafs die zweite Hälfte des Jahres auch eine merkwürdigere Variation darbietet als die erste. Es würde daraus folgen, dafs je mehr die mittlere Wärme der Jahreszeit abnimmt, desto mehr die Variation merklich wird. Allein zuvörderst mufs bemerkt werden, dafs die Unterschiede zwischen Maximum und Minimum, obwohl sie in den *Summen* der Beobachtungen ziemlich grofs erscheinen, sich doch auf Zehntel eines Grades reduciren, wenn man diese Summen durch die Anzahl der Beobachtungen dividirt. So haben wir für

Digitized by Google

die sechs letzten Monate des Jahres einen Unterschied von 275°,5, welcher, dividirt durch 6×51, sich auf 0°,9 reducirt, und für die übrigen sechs Monate haben wir 160° oder im Mittel 0°,5. Wenn also die Sicherheit dieser Resultate sich nicht bis 0°,2 erstreckte, so könnte dieser Unterschied gleich werden für die erste und zweite Hälfte des Jahres. Der Unterschied zwischen Maximum und Minimum im Winter übertrifft den im Sommer um eine noch geringere Gröfse.

Ich bekenne gern, dafs diese *Zweifel* für sich nichts beweisen. Sie bedürfen zu ihrer Stütze Gründe der Wahrscheinlichkeit. Eine Betrachtung, welche mir einiges Gewicht zu haben scheint, ist folgende. Während der ersten Hälfte des Jahres steigt die Temperatur, während der zweiten sinkt sie. Der Effect der jährlichen Periode, allein betrachtet, geht also dahin, den ersten Theil der Curve der sechs ersten Momente niedriger zu machen, als den anderen Theil. Für die sechs letzten Monate hat dieser Effect auf die Periode von 27,26 Tagen eine entgegengesetzte Tendenz. Er senkt den zweiten Theil der Curve. Wie wir gesehen, liegt das Maximum, erzeugt von der Sonnendrehung, in dem ersten Theil der Curve, mithin wird während der ersten sechs Monate dieses Maximum gesenkt durch den Effect der jährlichen Periode; in den übrigen sechs Monaten ist es höher als es durch den Effect der blofsen Sonnenrotation seyn sollte. Nun wissen wir, dafs, für Innspruck, der Wärmeunterschied zwischen dem 15. Januar und 15. Juni durchschnittlich bis auf 16°,9 steigt, was eine Temperaturerhöhung von 0°,1 für den Tag ergiebt. Vom 6ten bis 15ten Tage der Curve, welche mit dem Maximo und dem Minimo zusammenfallen, haben wir 9 Tage, d. h. 0°,9 Wärme, welche man zu 0°,5, dem oben gefundenen Wärmeunterschied, hinzufügen mufs. Der Effect der Axendrehung der Sonne während der ersten sechs Monate des Jahres stiege also auf 1°,4; während er, durch eine analoge Schlufsfolge, sich für die letzten sechs Jahre auf 0° reducirte. Wollte man eine ähnliche Rechnung auf

Digitized by Google

das Minimum *a*, verglichen mit dem Maximum *B*, anwenden, so würde der Effect der entgegengesetzte seyn.

Alle diese Schlüsse sind indefs nur richtig für die Halbjahre, worin der 1. Jan. mit dem ersten Tage der verticalen Kolumne anfängt. Verdankt die Curve ihren Ursprung mehren Halbjahren in solcher Anordnung, dafs ihr erster Tag nicht blofs auf diese Stelle fällt, sondern dafs die ersten Januare gleichmäfsig vertheilt sind auf alle 27 Stellen, so wird der Effect der jährlichen Periode ganz verschwinden und nur der der Rotation der Sonne übrig bleiben. Unglücklicherweise reichen 51 Jahre noch nicht zu dieser Vertheilung aus. In einer Periode von 27^t,26 fällt der erste Januar alle fünf Jahre *beinahe* auf dieselbe Stelle, denn er rückt so wenig vor, dafs wir in der Tafel III, Kolumne I, diese ersten Januare von 51 Jahren noch in verschiedene Gruppen gesondert sehen, getrennt von einander durch Räume, wohin der erste Januar während dieser 51 Jahre niemals fällt, wenn wir diese nach der Rotationszeit der Sonne geordnet haben. Es findet sich selbst einige Aehnlichkeit zwischen der Curve, welche wir als von dieser Rotation abhängig betrachten, und der, welche durch graphische Construction der Kolumne I, Taf. III, entsteht. Man könnte daher meinen, diese Curve sey nur der Effect einer zufälligen Interferenz der jährlichen Wärmeperiode, ohne dafs die Rotation der Sonne dabei irgend mitwirke. Es giebt indefs eine sehr einfache Methode, um die Unrichtigkeit dieser Idee zu erweisen. Man bringe die 51 Jahre in zwei Gruppen, stelle in die eine alle die Jahre, deren erster Januar auf die 1ste bis 13te Stelle fällt, und in die zweite alle übrigen. Die Resultate davon erhellen aus der 2ten und 3ten Kolumne der Tafel III; sie zeigen, dafs in beiden Fällen die Curven die vollkommenste Aehnlichkeit bewahren. Nur geht der Unterschied zwischen Maximo und Minimo im ersten Fall bis 1°, im zweiten Falle dagegen nur bis 0°,4; absolut das Resultat, welches man vorhergesehen hatte.

Setzen wir also voraus, der Einflufs der jährlichen Pe-

stade aey aus der Curve der Halbjahre nicht ganz eliminirt, und der Rest dieses Einflusses wirke je nachdem die jährliche Wärme zu- oder abnimmt während des in Rede stehenden Halbjahres. Diese beiden Suppositionen scheinen mir zulässig anzunehmen. Die erstere ist fast unzweifelhaft. Was die zweite betrifft, so scheint auch sie mir wenig zweifelhaft, weil die ersten Januare sich fast auf alle 27 Stellen vertheilt finden, und selbst auf die Stellen 1 bis 13 in grösserer Zahl als auf die Stellen 14 bis 27. Diess angenommen, haben wir eine mehr als genügende Erklärung von dem kleineren Effect, den die Rotation der Sonne während des ersten Halbjahres auszuüben scheint. Man kann diese Folgerungen mit Fug anwenden, um das, jedoch wenig merkliche, Uebergewicht zu erklären, welches dieser Effect im Winter über den im Sommer hat; denn der erste Theil des Winters ist weniger kalt als der zweite, und diess muss beitragen, den Unterschied zwischen Maximo und Minimo scheinbar zu vermehren, und er im Sommer umgekehrt.

Eben so finden wir die Ursache, weshalb die Curve, die aus den drei Frühlings- und den drei Herbstmonaten entspringt, die grösste Aehnlichkeit darbieten muss mit der Curve der sechs übrigen Monate, was Grösse des Unterschiedes zwischen Maximo und Minimo betrifft. Unter diesen letzten Curven ist es endlich nach unserer Theorie die letztere, welche vom Einfluss der jährlichen Periode am meisten befreit seyn, und der aus der bloßen Rotation der Sonne entspringenden Curve am nächsten kommen muss. Wirklich, wenn man aus den Innsprucker Beobachtungen von 17 und XVI^t^ das Mittel nimmt, sie in Centigrade verwandelt, und sie endlich den Summen der Pariser Beobachtungen, wie sie in Tafel I enthalten sind, hinzufügt, so erhält man eine Curve von überraschender Aehnlichkeit mit der Curve der sechs letzten Monate.

Streng genommen, müsste man die Mittel für jeden Tag der jährlichen Periode berechnen und sie von jeder respectiven Beobachtung abziehen, um diese definitiv in die Pe-

riode von 27^t,26 einzuordnen; allein wir haben gesehen, dafs selbst in den ungünstigsten Fällen der Einflufs der jährlichen Periode nicht

$$\frac{1^0-0^0,4}{2}=0^0,3 \text{ und } \frac{0^0,9-0^0,5}{2}=0^0,2$$

übersteigt, und daraus folgt, dafs die Curve, die wir für die 51, nach der Periode von 27,26 Tagen geordneten Jahre gefunden haben, kaum so von diesem Einflufs afficirt seyn kann, dafs noch ein Zweifel an der Realität der oben gefundenen periodischen Veränderung übrigbliebe. Es wird nicht überflüssig seyn zu bemerken, dafs alle Zahlen der Tafeln I bis III wahrscheinlich richtig sind. Jede Zahl wurde *zum wenigsten* zweien unabhängigen Rechnungen unterworfen, und die erste Kolumne der Tafel I sogar drei Mal berechnet.

Die Einbiegungen a', A', so wie die b', B', bleiben noch unerklärt. Nur will ich bemerken, dafs es in der täglichen Curve ebenfalls eine unzweifelhafte Einbiegung giebt, die am Abend, welche für die Wintermonate unserer nordischen Klimate selbst bis zu einem wahren Maximum steigen kann [1]). Die Ursache dieser Biegung ist noch unbekannt; aber Keiner wird deshalb anstehen, die Sonne als die Ursache der täglichen Temperatur-Aenderung zu betrachten. Ich hoffe also, dafs die wahrscheinliche Existenz der Einbiegungen a', A', b', B' keine unübersteigliche Schwierigkeit erheben wird, die Periodicität von 27,26 Tagen der Sonnenrotation zuzuschreiben.

Gesetzt also, die Sonne sey, was ihre Wärme betrifft, ein *veränderlicher Stern*, so mufs man auch in ihrem Lichte eine, obwohl sehr geringe Schwankung voraussetzen.

Unglücklicherweise haben wir über das Licht der Sonne keine fortgesetzte Beobachtungen. Die einzigen Beobachtungen, die in dem Lichte derselben eine Schwankung an-

1) Der Hr. Verfasser hat diefs in den *Actis Societat. Scientiarum Fennicae*, *T. I*, *p.* 755, in einer Abhandlung unter dem Titel: *Ueber das Vorkommen einer bisher übersehenen Undulation im Gange der täglichen Temperatur-Curve*, ausführlich entwickelt. *P.*

Digitized by Google

nehmen lassen könnten, sind die in Bezug auf die Schwankung ihres Durchmessers, welche Lindenau aus den Beobachtungen von Maskelyne abgeleitet hat. Allein wiewohl eine Aehnlichkeit da ist zwischen der Curve dieser Variation und der der periodischen Wärmeänderung, welche durch die Axendrehung der Sonne erzeugt wird, so kann man doch keine Wichtigkeit darauf legen, weil das Daseyn dieser scheinbaren Variation des Sonnendurchmessers noch sehr zweifelhaft bleibt. Wenigstens weiſs man noch nicht, worin die Ursache derselben zu suchen sey.

Ich habe die Methode der kleinsten Quadrate noch nicht zur genauen Bestimmung des Ganges der gefundenen Curven angewandt; allein wie wenig man auch mit dieser Methode vertraut sey, läſst sich doch kaum zweifeln, daſs sie uns zu einer Temperatur-Variation mit wenigstens zwei Maximis führen werde, einer Variation übrigens, deren Daseyn, wie mir scheint, aus dem bloſsen Anblick der Curven selbst eben so unzweifelhaft hervorgeht. Mein einziger Zweck für jetzt war der, das Daseyn dieser Variation zu erweisen. Mit der Anwendung jener Methode wird es Zeit haben, bis ich zur Bestimmung des Ganges dieser Variation gelangt seyn werde. Die letzte der am Schlusse beigefügten Tafeln liefert indeſs ein Beispiel von den Resultaten, die man nach dieser Methode erhält. Es sind die Innsprucker Beobachtungen von hora II, welche ich nach dieser Methode berechnet habe. Die so erhaltene Formel ist:

$$
\begin{aligned}
yz = 0^\circ{,}91 &+ 0^\circ{,}073735 \sin(\;\,24^\circ\,19'{,}4 + x\,.\,13^\circ\,20') \\
&+ 0^\circ{,}079285 \sin(280^\circ\,36'{,}3 + x\,.\,26^\circ\,40') \\
&+ 0^\circ{,}023232 \sin(301^\circ\,18'{,}1 + x\,.\,40^\circ\;\;0') \\
&+ 0^\circ{,}089850 \sin(257^\circ\;\;2'{,}4 + x\,.\,53^\circ\,20').
\end{aligned}
$$

Sie giebt vier Maxima und Minima, und die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und berechneten Resultaten übersteigen kaum 0°,1 C., während der Unterschied zwischen dem gröſsten Maximum und dem kleinsten Minimum sich auf beinahe 0°,6 C. beläuft.

Es bleibt nur noch zu bemerken, daſs die siebenjäh-

Digitized by Google

rige Periode in dem Zufrieren der Newa wahrscheinlich von der siebenjährigen Periodicität in der Breite des Mondes abhängt.

Tafel I [1]).

Tag.	Innspruck				Paris.
	IIh.	XVIh.	1777 — 1804.	1805 — 1827.	
1	7439,4	2580,9	4038,9	3400,5	7824,1
2	7350,3	2713,9	3980,1	3370,2	7814,9
3	7456,7	2613,2	4070,9	3385,8	7891,0
4	7571,1	2717,0	4094,1	3477,0	8005,9
5	7610,0	2768,1	4111,7	3498,3	8000,2
6	7620,8	2896,5	4136,2	3484,6	7941,6
7	7515,6	2901,1	4129,5	3386,1	7888,0
8	7480,0	2752,2	4102,5	3377,5	7872,8
9	7495,5	2742,0	4055,9	3439,6	7928,8
10	7520,0	2748,1	4034,6	3485,4	7923,0
11	7499,2	2839,3	4020,4	3478,8	7911,6
12	7500,8	2994,9	4028,4	3472,4	7830,3
13	7496,6	2722,7	4045,8	3451,3	7833,1
14	7316,8	2635,7	3916,0	3400,8	7754,8
15	7293,7	2656,0	3884,5	3409,2	7746,6
16	7371,8	2695,5	3940,8	3431,0	7646,7
17	7469,5	2850,3	4008,0	3461,5	7646,7
18	7529,8	2755,0	4012,3	3517,5	7616,7
19	7454,3	2820,7	3954,0	3500,3	7754,3
20	7362,3	2817,5	3888,8	3473,5	7859,7
21	7417,7	2770,9	3918,0	3499,7	7845,6
22	7532,4	2778,2	4008,6	3523,8	7776,1
23	7416,3	2743,6	4027,6	3388,7	7782,9
24	7523,4	2756,9	4068,7	3454,7	7866,8
25	7445,2	2614,6	3973,7	3471,5	7857,3
26	7446,6	2548,3	4009,7	3436,9	7814,6
27	7371,1	2700,6	3998,1	3373,0	7789,0

1) Das Original enthält aufser diesen Tafeln auch noch deren graphische Constructionen, die hier, als nicht gerade unumgänglich nothwendig für das Verständnifs, fortgelassen wurden. *P.*

Digitized by Google

Tafel II.

Tag.	October bis März.	April bis September.	Januar bis Juni.	Juli bis December.	November bis Januar. Mai bis Juli.	Februar bis April. August bis Oct.
1	1487,5	5101,0	2902,0	3686,5	3024,6	3563,0
2	1514,5	5036,5	2873,5	3677,5	3015,9	3525,1
3	1569,0	5089,2	2929,9	3728 0	3074,6	3583,5
4	1616,7	5144,0	2958,1	3802,6	3106,7	3654,0
5	1634,4	5161,2	2966,9	3828,7	3104,8	3690,8
6	1704,8	5161,8	2998,0	3868,6	3175,9	3690,7
7	1704,5	5040,9	2933,9	3811,5	3121,8	3623,6
8	1661,0	5061,7	2856,3	3869,4	3150,3	3575,4
9	1644,2	5081,0	2911,5	3813,7	3108,8	3616,4
10	1598,9	5093,5	2887,6	3804,8	3130,4	3562,0
11	1581,1	5092,4	2904,3	3769,2	3152,7	3520,8
12	1579,0	5096,5	2942,2	3733,3	3094,8	3580,7
13	1619,8	5085,6	2997,5	3707,9	3099,4	3606,0
14	1523,3	5024,2	2954,4	3593,1	3045,6	3501,9
15	1474,8	4992,6	2838,0	3629,4	3003,5	3463,9
16	1568,7	5040,6	2904,2	3705,1	3042,6	3566,7
17	1603,5	5066,9	2911,3	3759,1	3078,1	3592,3
18	1599,1	5113,7	2958,4	3754,4	3161,6	3551,2
19	1608,3	5043,6	2912,4	3739,5	3114,7	3537,2
20	1542,4	5024,0	2839,0	3727,4	3094,3	3472,1
21	1590,1	5050,8	2911,4	3729,5	3099,5	3541,4
22	1630,4	5133,7	3034,9	3729,2	3128,7	3635,2
23	1515,2	5107,9	2908,2	3714,9	3100,0	3523,1
24	1591,5	5119,1	3007,2	3703,4	3124,1	3586,5
25	1505,3	5090,4	2983,7	3612,0	3073,6	3522,1
26	1453,6	5162,5	2918,9	3697,2	3053,3	3562,8
27	1452,9	5089,9	2945,3	3597,5	3019,2	3523,6

Tafel III.

Der 1. Jan fällt auf d. Tag.	Mal.	Der erste Januar fällt auf die Tage 1 bis 13.	14 bis 27.	Der 1. Jan. fällt auf d. Tag.	Mal.	Der 1. Januar fällt auf die Tage 1 bis 13	14 bis 27
1	1	3468,6	3970,8	15	2	3350,7	3943,0
2	5	3416,1	3934,2	16	0	3364,9	4006,9
3	2	3485,3	3971,4	17	0	3442,4	4027,1
4	3	3515,0	4026.1	18	3	3467,1	4062,7
5	0	3578,0	4032,0	19	5	3424,0	4030,3
6	1	3562,1	4058,7	20	0	3422,6	3939,7
7	1	3552,7	3962,9	21	2	3446,6	3971,1
8	5	3529,0	3951,0	22	0	3469,6	4062,8
9	2	3507,9	3987,6	23	2	3476,3	3940,0
10	1	3529,6	3990,4	24	4	3505,9	4017,5
11	0	3490,5	4008,7	25	3	3477,9	3959,6
2	3	3550,8	3950,0	26	1	3463,2	3983,4
3	2	3491,9	4004,7	27	0	3444,6	3926,5
4	3	3403,2	3913,6				

Digitized by Google

Taf. IV. — Innsprucker Beobachtungen von 2^h.

	Beob. R°.	Berechn. R°.	Differenz.		Beob. R°.	Berechn. R°.	Diff.
0	10,88	10,80	−0,08	14	10,66	10,70	+0,04
1	10,75	10,82	−0,06	15	10,78	10,79	+0,01
2	10,90	10,91	+0,01	16	10,92	10,91	−0,01
3	11,07	11,03	−0,04	17	11,01	10,94	−0,07
4	11,13	11,13	0,00	18	10,90	10,90	0,00
5	11,14	11,13	−0,01	19	10,76	10,84	+0,08
6	10,99	11,03	+0,04	20	10,84	10,85	+0,01
7	10,94	10,92	−0,02	21	11,01	10,90	−0,11
8	10,96	10,90	−0,06	22	10,84	10,95	+0,11
9	10,99	10,97	−0,02	23	11,00	10,95	−0,05
10	10,96	11,04	+0,08	24	10,88	10,00	+0,02
11	10,97	11,00	+0,03	25	10,89	10,86	−0,03
12	10,96	10,86	−0,10	26	10,78	10,82	+0,04
13	10,70	10,72	+0,02				

III. *Ueber den Einfluſs der Rotation der Sonne auf die Temperatur unserer Atmosphäre; vom Dr. Buijs-Ballot in Utrecht.*

(Aus einem Schreiben an den Herausgeber.)

Durch Hrn. Nervander bin ich veranlaſst worden, an den Temperaturbeobachtungen, die seit 1789 täglich zu Harlem angestellt werden, die Umdrehungszeit der Sonne zu prüfen. Ich bin, wie ich später ersah, als ich seinen in dem *Bullet. scient. de St. Petersbourg*, *T. III*, veröffentlichten Original-Aufsatz [1]) in die Hände bekam, auf nahe die *nämliche* Art wie er verfahren, bin aber zu einem *anderen* Resultat gelangt, wie ich dieſs nächstens in einem eignen Werkchen ausführlich darzuthun hoffe.

Ich habe in die Bestimmung der Umdrehungszeit der Sonne mittelst ihrer Flecke nicht so viel Zutrauen gesetzt wie Hr. Nervander, weil diese Bestimmungen nicht nur bei den Beobachtungen von Lalande und Anderen, sondern auch bei den neuesten von Laugier sehr auseinanderlaufen. Laugier's Berechnungen beweisen, daſs die

1) Es ist der eben mitgetheilte. P.

Flecke sich auf der Oberfläche der Sonne bewegen, und überdiefs findet er nur im Mittel eine Periode von 27^t,23 für die Umdrehung; seine einzelnen Resultate weichen bisweilen um einen ganzen Tag in + und — ab. Nach der Hypothese von Herschel darf man sich hierüber nicht wundern, mufste es sogar erwarten. Es fragt sich selbst, ob nicht allein die Sonnenflecke durch Zufälligkeiten hin und her bewegt werden, sondern auch eine constante Ursache wie am Aequator unserer Erde vorhanden sey, die sie mit einiger Geschwindigkeit ostwärts führe.

Ich habe daher auch andere Perioden probirt, und mich dadurch versichert, dafs es für die Sonne keine Rotation zwischen 26 und 27 Tagen giebt. Mein Resultat ist 27^t,684 ±0,005, und dieses habe ich mit den Zahlen, aus welchen es abgeleitet worden, in der *Konst- en Letterbode* vom 30. Mai 1845 veröffentlicht.

Ich finde für *jeden der sieben* Tage, während welcher die wärmere Seite der Sonne unserer Erde zugewandt ist, also für drei Tage vor und nach dem wärmsten Tag, und für den wärmsten Tag selbst, eine um mehr denn 1°,25 F. höhere Temperatur als für *jeden der sieben Tage*, während welcher uns die kältere Seite zugekehrt ist. Somit erhalte ich, da die Sonne jährlich etwas mehr als 13 Umdrehungen macht, für die Wärmewirkung der wärmeren Seite einen Ueberschufs über die kältere von $13 \times 7 \times 1{,}25 = 122^\circ{,}5$ F. Die vierzehn anderen Tage der Periode haben Mittelwerthe, und jederzeit nehmen auch diese von der kälteren zur wärmeren Seite zu, und so umgekehrt. Am 1. Januar 1846 tritt der kälteste Tag ein, am 15. Jan. der wärmste u. s. w.

Ich bedauerte anfangs, dafs mein Resultat so sehr von dem des Hrn. Nervander abwich, und so verschiedene Perioden für die Wirkung einer und derselben Ursache gefunden werden können. Ueberdiefs genügte die Periode von 27^t,26 meinen Beobachtungen nicht. Indefs hatte ich Vertrauen genug zu meiner Methode und Rechnung, um mein Resultat für richtig zu halten. Als ich aber den Original-

Digitized by Google

Aufsatz des Hrn. N. in die Hände bekam, zeigten mir seine Zahlen, dafs er die wahre Periode *nicht* gefunden habe. Zwar sagt er *p.* 6: »*Par ce moyen l'accord entre la première et la seconde moitié des observations d'Inspruck s'établit de la manière la plus satisfaisante*«, aber diese Uebereinstimmung ist wohl genügend für mich, nicht aber für ihn. Beide Reihen zeigen nämlich zwar eine Differenz für seine Periode, aber gerade eine entgegengesetze; die Zahlen, die in der zweiten die gröfsten seyn sollten, weil sie die Summen von Temperaturen sind, beobachtet an Tagen, die nach seiner Periode um eine ganze Zahl von Perioden von denjenigen Tagen abstehen müfsten, die in der ersten Reihe die höchsten Temperaturen geben, — sind die kleinsten, und so umgekehrt, wie diefs auch die Abbildung seiner Curven beweist.

Beim ersten Anblick schlofs ich aus *seinen* Zahlen, dafs zwischen den genannten Tagen nicht eine ganze Zahl n von Perioden, sondern $(n+\frac{1}{2})$ Perioden stattgefunden hätten, seine Periode mithin etwa 0,005 hätte länger oder kürzer genommen werden müssen. Als ich dieses ausführte, verfiel ich auf die Perioden $27^t,2121$ und $27^t,32$, welches die Perioden für die tropische und siderische Umlaufszeit des Mondes sind. Hr. Nervander hat also nicht blofs den Mond für die Sonne genommen, *nebulam pro Junone*, sondern auch diesen fehlgegriffen.

Ich bin übrigens dadurch veranlafst worden, die Temperaturen auch nach der siderischen und der synodischen Umlaufszeit des Mondes zu ordnen und zusammenzuzählen. Aus 70 Jahren glaube ich bereits gefunden zu haben, dafs der Mond, wie es auch die Analogie verlangt, Wärme auf die Erde ausstrahlt, und zwar mehr nach Vollmond als auf Neumond. Denn etwa sieben Tage nach Vollmond und eben so nach dem günstigsten siderischen Stande und der gröfsten nördlichen Declination desselben finde ich im Mittel die höchsten Temperaturen. Die mit thermo-elektrischen Apparaten gemachten Experimente können das Gegentheil nicht beweisen; freilich stimmen die Resultate von Mäd-

Digitized by Google

ler und **Eisenlohr** hiemit nicht, die von **Kreil** nur zum Theil, aber sie sind auch zu diesen Schlüssen aus zu kurzen Perioden abgeleitet. Wiewohl ich 70 Jahre benutzte, so denke ich doch nicht meine Resultate denen dieser Beobachter gegenüberzustellen, bevor ich nicht auch die übrigen 46 Jahre geprüft haben werde, und sonach mit den Streitkräften von 116 Jahren gegen 16 den Kampf beginnen kann.

Um zur Sonne zurückzukehren, bemerke ich, dafs ich durch die Güte des Hrn. Prof. **Wenckebach**, dem ich meine Zahlen zeigte, in den Stand gesetzt worden bin, meine Periode an den Beobachtungen von **Musschenbroek** von 1728 bis 1758 zu prüfen, und dadurch habe ich zu meiner grofsen Genugthuung ersehen, dafs diese dreifsig Jahre vollkommen das Resultat bestätigen, welches ich aus einem um ganze 60 Jahre jüngeren Zeitraum abgeleitet hatte. Ich habe nämlich ganz dieselbe regelmäfsige Zu- und Abnahme gefunden, und dabei, um der Bedingung zu genügen, dafs zwischen je zwei correspondirenden Tagen immer *genau* eine *ganze* Zahl von Perioden liegen mufs, meine Periode nur um —0^{t},004 zu ändern gebraucht, bin somit innerhalb der Gränzen der früher von mir angegebenen Unsicherheit stehen geblieben.

Als runde Zahl ist deshalb bis weiteres für die synodische Rotationsperiode der Sonne 27^{t},68 anzunehmen, mit einer Unsicherheit von 3 bis 4 Minuten [1]). Ich glaube wenigstens nicht, dafs ich meine Periode, wenn ich alle Zahlen nochmals revidirt und für jeden Monat geordnet haben werde, um mehr als 0^{t},001, was 4 Minuten entspricht, zu ändern brauche. Jedenfalls werden *meine* Zahlen zeigen, ob

1) Dafs diese Periode in der Natur begründet sey, ist unzweifelhaft; ob sie aber der Sonne oder einer anderen noch unbekannten Ursache zugeschrieben werden müsse, will ich für jetzt dahin gestellt seyn lassen. Einstweilen nehme ich indefs die erstere als richtig an; später denke ich sie durch pyrheliometrische Messungen zu prüfen, zu deren richtiger Anstellung ich mich mit meinem Freunde, dem Dr. **Kreeke**, bereits vereinigt habe.

Digitized by Google

ob ich richtig geurtheilt habe, wie Hrn. Nervander's Zahlen beweisen, daſs er ihre Bedeutung miſsverstanden hat. Auch die übrigen Schlüsse und Auseinandersetzungen in Betreff der Unregelmäſsigkeiten, deren es so viele bei ihm giebt und geben muſs, halte ich für unzuverlässig oder unrichtig. Es ist Schade, daſs er so viele Arbeit darauf verwandt hat. Die von ihm gegebene periodische Function ist viel zu complicirt; ich genüge meinen Zahlen durch ein, höchstens zwei Glieder.

Sey es mir noch erlaubt, Ihnen kurz die Hypothesen mitzutheilen, die ich zur Erklärung der Resultate aufgestellt und an den Zahlen geprüft habe. Ich gebe sie nur mit groſser Scheu, da, wenn auch nichts Bekanntes schlagend gegen sie eingewandt werden kann, doch die Andeutungen für dieselben ebenfalls nur schwach sind:

1) Alle Punkte der Sonnenoberfläche sind gleich warm. Dieſs weist sich von selbst zurück;
2) die Wärme der Sonnenoberfläche nimmt zu nach zwei diametral gegenüberliegenden Punkten dieser Oberfläche;
3) die Wärme der Oberfläche nimmt zu nach Einem Punkte, und eben so ab nach einem diametral gegenüberliegenden;
4) es findet sich, wie um den Saturn, ein Ring um die Sonne, in welchem die Wärmevertheilung gemäſs (3) beschaffen ist.

Auf (2) und (3) kann ich alle anderen Fälle annähernd reduciren. Um die Integration zu erleichtern, habe ich die einfachsten Fälle vorausgesetzt. Bedeutet ψ den Winkel, den der aus dem Mittelpunkt der Sonne gezogene Radius vector eines Punkts mit dem Radius vector des wärmsten Punktes macht, so nehme ich an, daſs die überschüssige Wärme zunehme entweder wie $\cos^2 \psi$ oder wie $\cos \psi$; ersteres genügt der Hypothese (2), letzteres der (3) und auch nahezu der (4). Die Wärme eines Punkts der Sonnenoberfläche ist demnach $a + \alpha \cos^2 \psi$ oder $a + \alpha \cos \psi$, wo, a als eine Constante, keine Temperaturver-

Digitized by Google

änderung während der Rotation hervorbringen kann, α aber der Wärmeüberschuſs des äuſsersten Punktes ist.

Sey nun Taf. III Fig. 1 PWH der Sonnenmeridian, von dem man zu zählen anfängt:

P und H die Pole der Sonne; AQ ihr Aequatur,
W der Wärmepunkt,
V der andere Wärmepunkt nach (2) oder der Kältepunkt nach (3),
D ein Theilchen der Sonnenoberfläche; ψ der Winkel DW; ω der Winkel AWD,
WDV ist also der Meridian des Theilchens D.

E sey der Punkt, wo der zur Erde gezogene Radius vector die Sonnenfläche schneidet; E hat also die Erde im Zenith. Sey ferner $EW = p$; $DE = z =$ Zenithdistanz der Erde für D; $DWE = \varphi$ und $\varphi = a - \omega$, wenn $a = EWA$.

Ein Theilchen der Sonne $d\sigma$ werde ausgedrückt durch $r^2 \sin\psi\, dr\, d\psi\, d\omega$. Die Ausstrahlung eines Theilchens ist seiner Wärme proportional, also $\beta\alpha \cos\psi\, d\sigma$. Die Wärmewirkung auf die Erde ist dieser proportional, aber auch dem Cosinus der Zenithdistanz der Erde, also:

$$\alpha\beta\gamma \cos\psi \cos z\, d\sigma \text{ oder } c \cos\psi \cos z\, d\sigma,$$

wo c eine Constante ist. Eben so ist noch (2) die Wärme, welche die Erde von einem Theilchen empfängt

$$= c' \cos^2 \psi \cos z\, d\sigma.$$

Um die Gesammtwirkung des variablen Theils der Wärme der Sonnenstrahlen zu erhalten, muſs man sie integriren. Somit hat man:

$$\text{nach (2)} \quad W = c' \int\!\!\int\!\!\int \cos^2 \psi \cos z\, d\sigma,$$
$$\text{nach (3)} \quad W = c \int\!\!\int\!\!\int \cos \psi \cos z\, d\sigma,$$

wo für r die Gränzen $r = R - \varrho$ und $r = R$ gelten, wenn angenommen wird, daſs noch Theilchen bis zur Tiefe ϱ von der Oberfläche ab zur Ausstrahlung beitragen. Dieſs hat aber nahezu einen constanten Einfluſs, und ich schreibe demnach die Integrale also:

$$W = C \int\!\!\int \cos^2 \psi \sin \psi \cos z\, d\psi\, d\omega$$
$$\text{und } W' = C' \int\!\!\int \cos \psi \sin \psi \cos z\, d\psi\, d\omega;$$

es ist aber noch:

$$\cos z = \cos\psi \cos p + \sin\psi \sin p \cos(a - \omega).$$

Digitized by Google

Substituirt man nun diesen Ausdruck in den Integralen und nimmt die Gränzen für ψ so, dafs der Gleichung

$$\cos z = \cos\psi \cos p + \sin\psi \sin p \cos(a-\omega) = 0$$

Genüge geleistet wird, und die für ω von $\omega=0$ bis $\omega=2\pi$, so erhält man:

nach (2) $\quad W = \frac{C'\pi}{4}(1+\cos^2 p)$,

nach (2) $\quad W = \frac{2C\pi}{3}\cos p$.

Es sey nun ferner $WP=\tau$; die Declination der Erde $=\delta$, und deren Länge, von den Polen der Sonne ab gezählt, $=\lambda$, so ist:

$$\cos p = \cos\tau \sin\delta + \sin\tau \cos\delta \cos\lambda,$$

...n die Gröfse der Wirkung für jeden Augenblick berechnet werden kann.

In der Hypothese (2) finden zwei Maxima und Minima statt, weil $\cos^2 p$ für positive und negative Werthe von $\cos p$ positiv ist, auch zwei Minima, wenn $\cos p=0$, d. h. wenn die Erde in dem Horizont der beiden Punkte ist. Dieser Hypothese genügen meine Zahlen nicht, da ich nicht zwei Maxima habe, sondern bestimmt nur *ein* Maximum und *ein* gerade gegenüberliegendes Minimum. So fordert es die Hypothese (3), denn $\cos p$ hat nur ein Maximum und ein Minimum, ersteres wenn $p=90°$, letzteres wenn $\cos p=0$; und es ist für die Erde, wie wenn die Sonne überall die mittlere Wärme hätte, und dem mufs auch so seyn, denn alsdann bringt der Wärmepol gerade so viel an Wärme als der Kältepol an Kälte.

Die Gröfse τ kann durch Vergleich der Wirkung in den verschiedenen Monaten gefunden werden. Die Wirkung eines Pols mufs nämlich am stärksten seyn, wenn die Erde seinem Zenith am nächsten kommt, aber man müfste zuvor die mittlere Wirkung der Sonne genau kennen, um die überschüssige Wirkung mit ihr genau vergleichen zu können. Die Kenntnifs dieser Verhältnisse, auf eine andere Art combinirt, würde auch zur Bestimmung der Gröfse α führen.

Vielleicht wird man fragen, weshalb ich die vierte Hypo-

Digitized by Google

these aufgestellt, da doch schon die dritte genügt. Darauf erwidere ich Folgendes: Ich glaube zwar nicht, dafs die Sonnenflecke die Rotationszeit der Sonne bestimmen können, habe mich aber doch gewundert, dafs nach meiner Methode eine längere Rotationszeit gefunden wird, als die Sonnenflecke anzudeuten scheinen. Denn nach den neusten Beobachtungen und auch aus Analogie mit der Erde ist es wahrscheinlich, dafs die Sonnenflecke gegen Osten ziehen, entgegengesetzt dem Sinn der Rotationsbewegung; und wenn die Sonnenflecke gegen Osten ziehen, mufs aus ihnen die Rotationszeit länger gefunden werden, als sie wirklich ist; allein sie ist durch Laugier kürzer, und durch Keinen länger gefunden worden. Also hat man unter den drei Möglichkeiten zu wählen. Entweder hängt die Periode nicht von der Sonne ab, oder die Sonnenflecke ziehen gegen Westen (gleichsam durch oberen Luftstrom); oder die Wärmewirkung der Sonne, wenigstens die überschüssige, liegt in einem Ringe, der frei von der Sonne sich um seinen Schwerpunkt in etwas längerer Zeit als die Sonne dreht. Einige Andeutungen bei Sonnenfinsternissen (denn sonst ist solch ein schmaler Ring nicht nachweisbar, es sey denn durch künstliche Finsternisse, die allerdings leicht darzustellen wären), machen letzteres nicht unwahrscheinlich; auch erhält das Daseyn eines Ringes, der bei keinem Himmelskörper so leicht sich bilden könnte wie bei der Sonne, einige Stütze durch die Analogie mit dem Saturn und dem Zodiakallicht. Vielleicht geben diese Hypothesen Anlafs, die Oberfläche der Sonne noch mehr zu beachten als es bis jetzt geschehen. Hypothesen schaden nicht, — *sine hypothesi scientia nulla,* — wenn man nur nicht vergifst, dafs es Hypothesen sind.

Nachtrag (Aus einem späteren Briefe). — Ich habe die Ehre Ihnen beiliegend die Curven zu übersenden, welche die Wärmewirkung der Sonne ausdrücken (siehe Taf. II). Die verticalen Abtheilungen bezeichnen die Tage, die horizontalen die Temperatursummen; jede der letzteren hat den Werth von 25° F.

Digitized by Google

Zuvörderst ist darin Hrn. Nervander's Periode von $27^{t},26$ für die drei Jahresgruppen 1789 bis 1804, 1809 bis 1823 und 1825 bis 1839 dargestellt, um die Coincidenz-Unterschiede für die einzelnen Gruppen zu zeigen. Darüber findet sich die Periode von $27^{t},63$, auf welche ich einmal verfallen war, für dieselben Gruppen verzeichnet. Es wird sogleich einleuchten, dafs nach dieser Periode das Maximum der Sonnenwirkung in der Gruppe 1789 bis 1804 gerade zusammenfällt mit dem Minimo der Wirkung in der Gruppe 1809 bis 1823. Daraus erhellt, dafs diese Periode nicht die wahre ist, vielmehr von der wahren so viel abweicht, dafs der Unterschied in 20 Jahren genau eine halbe Periode oder 14 Tage beträgt. Diese Periode leidet also an demselben Fehler, mit dem die von Hrn. Nervander auf die Innsprucker Beobachtungen angewandte behaftet ist. Hiedurch veranlafst, habe ich auch die Periode von $27^{t},675$ probirt; aber auch bei dieser war die Coincidenz der Maxima noch nicht vollkommen genug.

Endlich bin ich zu der Periode von $27^{t},684 \pm 0,005$ übergegangen, die, wie ich bereits in meinem früheren Briefe meldete, den Beobachtungen am besten entspricht. Sie ist in der Tafel zunächst für die obigen drei Jahresgruppen 1789 bis 1804, 1809 bis 1823 und 1825 bis 1839 dargestellt, dann auch für die dreifsigjährigen Beobachtungen Musschenbroek's, die in die beiden Gruppen 1729 bis 1743 und 1744 bis 1758 zerfällt wurden. Alle diese partiellen Curven genügen, wie ersichtlich, sehr gut. Zuletzt ist die Periode auch für die Gruppe 1839 bis 1845 verzeichnet; bei diesem nur funfzigjährigen Zeitraum macht die Curve freilich einige Sprünge, läuft aber doch im Allgemeinen den andern Curven parallel.

Am stärksten tritt die Coincidenz hervor bei der Haupt-Curve, die aus allen partiellen Curven zusammengesetzt worden, und auf der Tafel durch Doppellinien bezeichnet ist [1]).

1) Bemerken mufs ich hier, dafs oben stehende Mittheilungen bereits seit einigen Monaten in meinen Händen waren. *P.*

Digitized by Google

IV. *Ueber die feurigen Wolken der Sonne als planetare Massen; von Hrn. Babinet.*

(*Compt. rend. T. XXII, p.* 281.)

Die totale Sonnenfinsternifs vom 8. Juli 1842 hat um die Sonne feuerfarbene Vorsprünge, röthliche glühende Berge erkennen lassen, über die von Hrn. Arago, im *Annuaire du Bureau des Longitudes* für 1846, ein Aufsatz veröffentlicht worden ist, den wohl Jedermann für ein Meisterwerk von Gelehrsamkeit und Logik halten wird. Die grofse Verbreitung des *Annuaire's* überhebt mich hier einen Abrifs davon zu geben. Als ich die Finsternifsbeobachtungen kennen lernte, wagte ich jene röthlichen Berge oder Erscheinungen (*apparences*) als glühende Wolken von planetarischer Natur anzusehen, welche in Gestalt von Schweifen (*traînées*) oder Ringstücken die Sonne hauptsächlich in Richtung ihres Aequators umkreisen. Diese Erklärung fand indefs wenig Beifall bei Denen, welchen ich sie damals mittheilte; allein, nachdem ich Hrn. Arago's vortrefflichen Aufsatz gelesen, kam ich auf meine früheren Ideen zurück, da sie mir allen Erfordernissen des Problems zu entsprechen schienen. Es sind dieselben, welche ich heute der Academie vorlege, über ein Problem, von welchem nach Hrn. Airy, den Hr. Arago citirt, *noch Niemand eine genügende Erklärung gegeben hat* (a. a. O. *p.* 407). In der Benennung: feurige Wolken, d. h. feuerfarbene, glühende, röthliche Wolken bin ich dem Aufsatz im *Annuaire's* gefolgt. Es ist die gasige glühende Substanz, die bei der Finsternifs von 1842 und (nach Hrn. Arago's Untersuchungen) schon bei früheren Finsternissen als Feuerberge gesehen worden ist, und von der ich annehme, sie bilde gasförmige, glühende, von der Sonne getrennte Schweife, welche dieses Gestirn, wie es mehr oder weniger längliche oder rundliche planetarische Massen thun würden, mit einer ihrer Nähe entsprechenden Geschwindigkeit umkreisen,

Digitized by Google

in Entfernungen, die, den Beobachtungen zufolge, bis 5 Minuten Winkelabstand vom Sonnenrand gehen können.

Ansehen dieser planetarischen Schweife.

Läfst man sich leiten von den Analogien der Laplace'schen Theorie über die Bildung der planetarischen Ringe und deren Umwandlung zuvörderst in Ringstücke oder längliche Schweife, dann in mehr rundliche Massen, und endlich in blofs den Einflüssen der Attraction und der Axendrehung unterworfene Sphäroïde, folgt man überdiefs der allmäligen Erkaltung der Sonnenatmosphäre aus der höchsten Weifsglühhitze in helle und dann dunkle Rothgluth, um auf die vollständige Opacität der gegenwärtigen Planeten zu gelangen, so hat man als Führer bei der Untersuchung der Natur der feurigen Wolken zuvörderst ihre rothe Farbe, die dem gegenwärtigen Zustand dieser planetarischen Massen eigen ist; dann ist für diese Erscheinungen oder wenigstens für die hauptsächlichsten derselben die angegebene Lage, nämlich die Nähe am Sonnenäquator, und die rasche Veränderung ihres Ansehens nicht minder günstig für die Idee von planetarischen Massen, die den bereits zu Planeten, Satelliten und Ringen gewordenen alten Massen analog sind, aber wegen ihrer Nähe viel raschere Umläufe machen. Uebrigens hindert nichts diese Erscheinungen auch in beträchtlicherer Entfernung vom Sonnenäquator vorzukommen, wie man leicht aus der Natur ihrer Bildung einsehen wird. Die Richtung ihrer Bewegung wird sich aus Finsternissen schwierig erkennen lassen; denn es ist klar, dafs der Kopf eines Lichtschweifs, der aus der Sonnenscheibe austritt und wieder eintritt, eben sowohl auf den Beobachter zu- als von ihm abgehen kann. Würde man diese Wolken auf der Sonnenscheibe selbst sehen können, so wäre die wichtige Frage sogleich entschieden; allein der zu grofse Glanz der Sonne verhindert eine solche Beobtung, und man darf nur hoffen die planetaren Wolken zu sehen, wenn sie über die Flecken und besonders über deren dunkle Kerne hinweggehen. Theilt man den scheinba-

ren Durchmesser der Sonne in vier Theile, so werden die beiden Viertel diefs- und jenseits der Mitte ungefähr in 30 Zeitminuten durchlaufen, oder jeder wird es in 15 Minuten; diefs macht, da der Sonnenradius 16 Bogenminuten beträgt, etwa 1 Bogenminute Verschiebung in 2 Zeitminuten.

Wenn die aufserhalb der Sonne gesehene planetarische Wolke einen nur wenig in die Länge gezogenen Schweif darstellt, so könnte es geschehen, dafs sie über der Sonne, ganz aufser Berührung mit ihr, zu hängen schiene; ist dagegen der Schweif länger, so dafs ein Theil desselben unterhalb der vom Auge des Beobachters an die Sonne gelegten Tangentialebene bleibt, so wird man keine Trennung sehen. Vielleicht könnte der Kopf des Schweifes durch seine Form einige Anzeigen liefern über den Abstand des unteren Theils der Wolke von der Sonne und von deren Dicke. Ich verweise, was die Uebereinstimmung der Thatsachen mit diesen theoretischen Ideen betrifft, auf die Notiz des Hrn. Arago. In der That giebt es, nach ihm, Beobachtungen von rothen, ganz von der Sonne getrennten Wolken, welche er als höchst wichtig bezeichnet hat.

Scheinbare Formveränderungen der leuchtenden Wolken.

Die gröfste gemessene Höhe der feurigen Wolken, die von Hrn. Littrow, steigt auf 5 Minuten. Nimmt man an, diefs sey die wahre Elongation der oberen Theile einer planetarischen Wolke von der Sonne, so berechnet sich leicht, dafs diese Masse zu ihrem Umlauf um die Sonne 4 Stunden und etliche Minuten erfordert. Für die, welchen diese Geschwindigkeit unwahrscheinlich vorkommen sollte, erinnere ich, dafs der Komet von 1843 *wirklich* die Hälfte seines Umlaufs um die Sonne, von einem seiner Knoten zum andern, in 2 Stunden und 11 Minuten vollendet hat. Bei einer so raschen Bewegung wird man es wohl natürlich finden, dafs die planetarischen Schweife ihr Ansehen durch perspectivische Wirkung in sehr kurzer Zeit verändern, und Beobachtern an verschiedenen Stationen unter verschiedenen Graden von Höhe und Elongationen erscheinen

Digitized by Google

müssen. Allein am erstaunlichsten ist es, dafs, wie die von Hrn. Arago angeführten Beobachtungen der HH. Mauvais und Petit darthun, ein und derselbe Beobachter innerhalb einer so kurzen Zeit wie zwei Minuten die scheinbare Höhe von 1′17″ in 1′45″ übergehen, also um 28″ wachsen gesehen hat.

Berechnet man, was die Geschwindigkeit einer planetaren Masse seyn würde, die im Maximo ihrer Elongation einen Winkelabstand von 5 Minuten vom Sonnenrand besäfse, betrachtet dieselbe im Moment, wo eins ihrer Enden einen scheinbaren Abstand von 1′17″ vom Sonnenrand erlangt, so wird man sehen, dafs der Kopf dieses Schweifes nach zwei Minuten um etwa drei Grad in seiner Bahn vorgerückt, und um etwa 35 Secunden oder bis zu 1′52″ Abstand von der Sonne gestiegen ist. Diefs hebt jede Schwierigkeit in Betreff der plötzlichen Aenderung der scheinbaren Höhe dieser feurigen Wolken.

Vom Ursprung der feurigen Wolken.

Man kann, wie schon gesagt, die Entstehung dieser Wolken auf dieselbe Ursache zurückführen, welche Laplace für die Bildung der Planeten und Satelliten aus einer allmälig erkaltenden Sonnen-Atmosphäre angegeben hat. Die Bewegung dieser Massen mufs alsdann von West nach Ost geschehen, hauptsächlich in der Ebene des Sonnen-Aequators. Die Aureole, wenn sie als materieller Körper existirt, mufs an dieser Bewegung Theil nehmen, und dadurch würden sich vielleicht die Agitationen und die Rotation erklären, welche man an dieser glänzenden Sonnenhülle beobachtet, oder zu beobachten geglaubt hat. Es läfst sich ferner begreifen, dafs die kometaren Massen, welche häufig auf die Sonne stofsen, einen Theil ihrer Substanz in deren Nähe zurücklassen; denn inmitten aller Reactionen und aller Stöfse, welche unzweifelhaft in einer so in ihrem Laufe aufgehaltenen Gasmasse stattfinden, wird man immer unter den kometaren Molecülen, nachdem sie auf das Hindernifs gestofsen sind, drei Klassen unterschei-

Digitized by Google

den können: 1) solche, welche noch Geschwindigkeit genug behalten, um eine ungeschlossene Bahn (*orbite à branches infinies*) zu verfolgen und in den Weltraum zu entweichen; 2) solche, deren Geschwindigkeit so klein oder so gerichtet ist, dafs die Bahn, welche sie einschlagen, eine Perihel-Distanz kleiner als der Sonnenradius besitzt, welche also in die Sonne fallen und sich deren Substanz einverleiben müssen; 3) solche endlich, die, weder in dem einen noch in dem anderen Fall befindlich, in Ellipsen oder Kreisen die Sonne umlaufen, und sich auf die Länge durch ihre gegenseitige Anziehung zu isolirten, mehr oder weniger abgerundeten Massen vereinigen müssen. Diese Massen werden, vermöge ihres Ursprungs, keine mit dem Sonnen-Aequator in Beziehung stehende Ebene oder Bewegungsrichtung haben, und der Unterschied zwischen diesem kometaren und dem obigen planetaren Ursprung wird erkennen lassen, welcher der beiden Hypothesen der Vorzug gebührt, wenn man die Bewegungen dieser neuen, die Sonne umkreisenden Massen beobachtet hat.

Schlufsfolgerungen.

1) Es giebt in der Nähe der Sonne planetare Massen, welche dieses Gestirn mit grofser Schnelligkeit umkreisen. Diese glühenden, rothen Gasmassen, welche die Gestalt von kreisrunden, mehr oder weniger verlängerten Schweifen besitzen und die Sonne zum Mittelpunkt haben, erzeugen die Erscheinungen, welche von den Beobachtern der totalen Finsternifs von 1842 unter den Namen *Feuerberge, feurige Wolken*, *röthliche Vorsprünge*, *Flammengarben* beschrieben worden sind. Nach Hrn. Arago's Untersuchungen sind solche und andere noch mannigfaltigere Erscheinungen schon früher von Beobachtern totaler oder ringförmiger Finsternisse wahrgenommen worden. Die Bewegungen und die physische Constitution dieser planetaren Gasmassen geben Rechenschaft von allen an den feurigen Wolken beobachteten Eigenthümlichkeiten.

2) Die feurigen Wolken wird man nicht allein nach

Digitized by Google

den von Hrn. Arago erdachten Methoden und unter den von ihm angezeigten Umständen beobachten können, sondern man wird auch vielleicht hoffen dürfen, sie alle Tage als leichte Schatten, von länglicher Form und rascher Bewegung, auf der Sonnenscheibe wahrzunehmen, besonders wenn sie vor dem dunklen Kern eines gewöhnlichen Flecks vorübergehen.

3) Es fehlen uns noch zu viel Angaben über diese gasigen Massen, um über ihren kosmischen Ursprung eine Untersuchung anzustellen. Entstanden sie, wie die Planeten nach Laplace's kosmogenischer Theorie, aus der früheren Sonnenatmosphäre durch weitere Erkaltung und Verdichtung derselben? Dann müfsten die Bewegungen dieser neuen Planeten nahezu in der Ebene des Sonnen-Aequators und, wie die Sonnendrehung, in der Richtung von West nach Ost geschehen. Oder soll man in diesen Gasmassen Zusammenballungen kometarer Materie sehen? Dann würden ihre Bewegungen in keiner vorauszusehenden Richtung geschehen. Jedenfalls werden uns diese neue Planeten, wenn ihre Permanenz einmal durch Beobachtung erkannt worden ist, merkwürdige Aufschlüsse geben über die Beschaffenheit der centralen Masse, die unsere Planetenwelt beherrscht. Ist das rothe Licht ihnen eigen, so werden sich darin ohne Zweifel andere schwarze Striche finden als im gewöhnlichen Sonnenlicht.

4) Angenommen, diese Gasmassen blieben in Gestalt und Umlauf unverändert, und man könnte z. B. diejenige erkennen, welche sich in ihrer gröfsten Elongation von der Sonne erstlich den Beobachtern zu Perpignan und dann den übrigen i. J. 1842 längs der Bahn der Mondsschatten stationirten Astronomen darbot, so würde sie vermöge ihrer Natur und ihres Ansehens den Namen *Vulkan* erhalten können, wie man die analogen Massen mit dem Namen Cyclopen belegen könnte. Man mufs indefs glauben, dafs die Astronomen sich mehr mit dem sorgfältigen Nachweise des Daseyns und der Bewegungen dieser planetaren Massen, als mit den ihnen zu gebenden Namen beschäftigen wer-

Digitized by Google

den. Nach den in Hrn. Arago's Notiz citirten Beobachtungen liefse sich der hauptsächlichste von den i. J. 1842 gesehenen Planeten an folgenden Daten erkennen. Seine Höhe über der Sonne beträgt etwa 5 Minuten, und seine Umlaufsbewegung ist eine solche, dafs eins seiner Enden innerhalb zwei Zeitminuten von der Elongation 1' 17" in die 1' 45" übergeht. Wenn nicht eine andere Gasmasse diesen beiden Daten ebenfalls entspricht, so wird die Identität jener aufser Zweifel zu setzen seyn. Einleuchtend ist, dafs wenn man die Gasmassen auf der Sonne selbst wahrnehmen könnte, sie durch die Perticularitäten ihrer Bewegung hinlänglich charakterisirt seyn werden; wenn dem aber nicht so ist, werden die von Hrn. Arago angegebenen Beobachtungsmethoden uns unfehlbar, obwohl später, zu diesen wichtigen Bestimmungen gelangen lassen.

V. *Ueber die Wärmkraft des Mondlichts; von Hrn. Melloni.*

(*Compt. rend. T. XXII, p.* 541. — Ein Brief an Hrn. Arago.)

— Eine abgestufte Linse (*Lentille à échelons*) ein Meter im Durchmesser haltend, von Hrn. Henri Lepaute verfertigt und für das meteorologische Observatorium auf dem Vesuv bestimmt, ist in meinen Besitz gelangt. Um ohne Gefahr die Ajustirung der einzelnen Ringe, so wie den Abstand und die Gröfse des Brennpunkts zu studiren, setzte ich dieses herrliche optische Kunstwerk einem schönen Mondschein aus, und brachte die Linse, durch die zweifache Bewegung, deren sie fähig ist, genau in winkelrechte Ebene auf der Richtung der Strahlen. Das auf die Linse fallende Licht concentrirte sich etwa ein Meter hinter derselben auf einem kreisrunden Raum von 1 Centimeter Durchmesser. Dieser kleine, sehr glänzende und ziemlich scharf begränzte Kreis hat fast die Gröfse des Querschnitts der Röhren, wel-

che auf meine thermoskopischen Säulen gesteckt sind, und diefs brachte mich auf den Gedanken, die Wirkung desselben auf diese Säulen zu versuchen.

Die Vorbereitungen zur Anstellung dieses Versuchs waren bald gemacht, und sobald die Strahlen in die Röhre drangen und die Vorderseite des Apparats trafen, erfolgte in dem Rheometer eine beträchtliche Ablenkung. Ueberrascht von der Lebhaftigkeit der Wirkung, und zweifelnd, dafs sie von der Mondswärme herrühre, hielt ich die Hand in einigem Abstand über die Oeffnung; sogleich kehrte der Zeiger des Rheometers auf den Nullpunkt zurück, überschritt ihn und nahm eine entgegengesetzte Abweichung an, zum offenbaren Beweis, dafs seine anfängliche Bewegung von einer *erkältenden* Strahlung herstammte, d. h. von einer Temperatursenkung in der dem Brennpunkt ausgesetzten Seite der Säule. Der Ursprung dieser Kälte war leicht nachzuweisen. Da die Linse sich auf einem Balkon und unter völlig reinem Himmel befand, so mufste sie, wegen des grofsen Ausstrahlungsvermögens des Glases, Wärme reichlich gegen den Himmelsraum ausstrahlen, und somit ihre Temperatur bis unter die der Säule erniedrigen, die von einer Metallfassung umgeben und im Innern des Zimmers aufgestellt war. So lange die Säule durch ihren Metalldeckel geschützt war, erlaubte die schwache Strahlung dieses nicht, den Einflufs der Kälte der Linse zu empfinden; so wie aber der Deckel abgenommen ward, fand der Wärmeaustausch zwischen beiden Körpern statt, und die Säule, mehr verlierend als empfangend, mufste nothwendig an dem entblöfsten Ende ihre Temperatur senken, und somit den elektrischen Strom erzeugen, welcher die Ablenkung der Rheometernadel veranlafste.

Um diesem Uebelstand abzuhelfen, versetzte ich die Linse in das Fensterfach, welches nach dem Balkon führte, und brachte daselbst eine Matte an, welche leicht gehoben und niedergelassen werden konnte, um den Mondsstrahlen den Eintritt in das Zimmer zu gestatten oder nicht. Ich liefs die Matte herunter, so lange bis das Temperatur-

Digitized by Google

gleichgewicht hergestellt war, und nachdem ich mich überzeugt hatte, dass man beim Abziehen des Deckels der Säule, der immer den Brennpunkt der Säule einnahm, keine Ablenkung erhielt, liess ich das Sonnlicht zum Instrument gelangen. Es zeigte sich eine Ablenkung von einigen Graden nach Seite der Wärme. Ich wiederholte sogleich den Versuch, und, zu meiner grossen Verwunderung, fand nun eine Ablenkung in entgegengesetzter Richtung statt.

Einige Augenblicke des Nachdenkens reichten hin mich zu überzeugen, dass diese Richtungsänderungen aller Wahrscheinlichkeit nach von Luftstössen herrührten, die von Zeit zu Zeit von aussen in das Zimmer eindrangen und bis zur entblössten Seite des thermoskopischen Körpers gelangten. Es wäre leicht zu einzuwickeln gewesen, dass die Luft nicht hinter die Linse hätte kommen können; allein, geleitet von der Theorie der Identität von Licht und Wärme, und von dem wohlbekannten Saussure'schen Versuch mit dem Thermometer am Boden eines durch Glas verschlossenen Kastens, glaubte ich besser zum Ziele zu gelangen, wenn ich im Innern der Röhre zwei vollkommen klare und wohl polirte Glasplatten anbrächte, die eine dicht über der Säule, die andere dicht an der Oeffnung. Ich versah also mit denselben die Röhren meiner Säule, und nahm bei erster Gelegenheit den Versuch wieder vor. Der Zeiger des Apparats stand anfangs einige Augenblicke still, dann begann er langsam abzuweichen, und nach 4 bis 5 Minuten blieb er unbeweglich auf 3°,7 stehen. Ich zog die Säule aus dem Brennpunkt und stellte sie daneben, ihre Oeffnung immer gegen die Mitte der Linse gewendet; augenblicklich fing die Ablenkung an abzunehmen, und nach einigen Minuten war der Zeiger wieder auf Null. Dieselbe Operation wiederholte ich mehrmals, indem ich dabei die Säule bald auf die eine, bald auf die andere Seite zog, und immer wich die Nadel im Brennpunkt ab, und kam ausserhalb desselben auf Null zurück. Die Ablenkung entsprach ohne Ausnahme einer Wärmewirkung.

Der Versuch war vollkommen rein, konnte nicht den

leisesten Zweifel hinterlassen. Wirklich hatte ich später Gelegenheit ihn in Gegenwart des Hrn. Belli, Professors der Physik an der Universität zu Padua, der HH. Mossotti und Lavagna, von der Universität zu Pisa, und mehrer anderer ausgezeichneter Gelehrten zu wiederholen, und Alle haben mein Zimmer mit der innigen Ueberzeugung verlassen, dafs das Mondlicht wärmend wirke.

Wenn ich erwäge, dafs die Physiker, welche im Laufe des vorigen Jahrhunderts versuchten die Mondswärme zu entdecken, nach Lalande, Linsen von 1,0 und 1,33 Meter Durchmesser, so wie das ungemein empfindliche Thermoskop von Amontons anwandten, so vermuthe ich stark, dafs die von ihnen angegebenen negativen Resultate zum grofsen Theil von der Kälte herrühren, die theils von ihren Linsen vermöge der Ausstrahlung gegen den Himmel, theils von Bewegungen der äufseren Luft, der ihre Instrumente ausgesetzt waren, herbeigeführt ward, so dafs ich gar nicht zweifle, dafs man nicht das Phänomen mit den gewöhnlichen Dilatations-Thermoskopen werde sichtbar machen können.

Einstweilen habe ich mich durch Anwendung meiner gegenwärtigen Beobachtungsmittel überzeugt, dafs die Wärmewirkung des Mondes veränderlich ist, nicht allein, wie man es wohl voraussehen konnte, mit dem Alter desselben, sondern auch mit seiner Höhe über dem Horizont. Eine kleine Abweichung der Linse aus der auf den Strahlen winkelrechten Richtung vermindert den Effect bedeutend. Unter diesen Umständen hatte ich Ablenkungen, die von 0°,6 bis 4°,8 gingen. Die Wirkung durch die Gläser geschieht auf eine so langsame Weise, dafs der Zeiger des Apparats sich mit einer bewundernswürdigen Regelmäfsigkeit und ohne alle Oscillationen bewegt; sey es, dafs er von dem Nullpunkt ausgeht, wenn man den thermoskopischen Körper in den Brennpunkt der Linse bringt, sey es, dafs er zurückkehrt, wenn man diesen Körper nur eben aus dem Brennpunkt zieht, ihn aber doch in der Nähe der Linse erhält. Bei verschiedenen Lunationen ausgeführt, *gelang der Versuch immer*, d. h. das Resultat war mehr oder weniger deut-

Digitized by Google

lich, *zeigte aber immer eine Zunahme der Temperatur an* Ich wiederhole also, daſs das Daseyn der Wärme in den Mondsstrahlen eine vollkommen sichere Thatsache ist; es handelt sich nur noch darum, die Wirkung dieser Wärme zu messen, um zu sehen: 1) wie groſs ihr Werth in Thermometergraden sey, und 2) in welchem Verhältniſs sie zur Sonnenstrahlung stehe. Ich werde beide Aufgaben zu lösen suchen; aber hinsichtlich der letzteren fragt es sich, welchen Grad von Annäherung man dem von Bouguer für das Verhältniſs der Lichtintensitäten des Mondes und der Sonne gegebenen Bruch $\frac{1}{300000}$ zuschreiben dürfe.

VI. *Ueber den Zusammenhang der Temperaturveränderungen der Atmosphäre und der oberen Erdschichten mit der Entwicklung der Pflanzen; von H. W. Dove.*

(Aus den Monatsberichten der Academie, 1846, Jan.)

In den tropischen Gegenden unterscheidet sich die mittlere Wärme eines Jahres nur unerheblich von der eines anderen; hingegen ist die Menge des herabfallenden Regens in verschiedenen Jahren äuſserst verschieden. Reiche Erndten, oder mehr oder weniger vollständiger Miſswachs ist die unmittelbare Folge dieser Unterschiede, nicht bloſs da, wo die periodischen Ueberschwemmungen der Flüsse das Bedingende für die Entwicklung der Pflanzen sind, sondern auch auf Inseln, wo mächtige Ströme fehlen. Der Pflanzer in heiſsen Klimaten bekümmert sich daher wenig um den Stand des Thermometers: das regelmäſsige Eintreten der Regenzeit ist für ihn von der gröſsten Bedeutung; nach ihm bestimmt er die Aussicht seines Ertrages.

In unseren Gegenden sind hingegen die Beziehungen zwischen der Wärme der Atmosphäre und den Vegetationsprocessen so innig, daſs einige Naturforscher behaupten, eine Pflan-

Digitized by Google

Pflanze trete bei dem Eintreten einer bestimmten Temperatur in ein bestimmtes Stadium der Entwicklung, andere, sie müsse, um in dieses Stadium zu treten, vorher eine bestimmte Wärmesumme empfangen haben. Jene bestimmen daher die verschiedenen Stufen der Entwicklung nach den Ordinaten der jährlichen Temperaturcurve, diese nach der Quadratur des durch diese Ordinate begränzten Flächenraumes.

Es ist klar, dafs wenn unter gewissen Breiten die Temperaturverhältnisse der Atmosphäre als Hauptmoment in der Entwicklung der Pflanzen hervortreten, in anderen ihr Feuchtigkeitszustand, nirgends eins dieser Momente ganz übersehen werden darf. Es kommt vielmehr darauf an, den Antheil zu bestimmen, welchen jedes derselben auf das Endresultat hat.

Pflanzengeographische Untersuchungen geben darüber nur geringen Aufschlufs. Die Meeresnähe steigert nämlich die Feuchtigkeit der Luft, vermindert durch Vervielfältigung trüber Tage, die directe Einwirkung des Sonnenlichts, stumpft aber aufserdem, wegen der im Verdampfungsprocefs gebundenen und bei dem Frieren freiwerdenden Wärme, sowohl die Sommerwärme als die Winterkälte ab. Spricht sich daher in der Verbreitung perennirender Gewächse, in der Weinkultur, den Baumgränzen u. s. w., der Gegensatz des continentalen und Seeklimas entschieden aus, so mufs doch berücksichtigt werden, dafs, wenn wir bei dem Namen: Seeklima und Continentalklima, vorzugsweise die Temperaturverhältnisse im Auge haben, doch diese Namen indirect die Zusammenwirkung aller jener Ursachen umfassen, auf deren Sonderung es eben ankommt.

Die periodischen Veränderungen sind ebenfalls untauglich zur Beantwortung dieser Frage, weil in der Regel die einzelnen atmosphärischen Verhältnisse zu denselben Zeiten ihre respectiven Maxima und Minima erreichen.

Die nichtperiodischen Veränderungen versprechen dagegen einen directeren Aufschlufs.

Um den Zusammenhang der Wärmephänomene mit dem

Digitized by Google

Pflanzenleben zu prüfen, mufs man nicht stehen bleiben bei den Angaben unserer im Schatten aufgehängter Thermometer. Die Pflanzen sind der freien Wirkung der Sonnenstrahlen und dem vollen Einflufs der nächtlichen Ausstrahlung unterworfen. Sie wurzeln im Boden, dessen Wärmeverhältnisse andere sind als die der freien Atmosphäre. Wenn die nichtperiodischen Veränderungen eingegrabener Thermometer parallel gehen den Temperaturveränderungen der Atmosphäre und den Oscillationen eines der Insolation und Ausstrahlung ausgesetzten Thermometers, so sieht man den Grund ein, warum die Vegetation in ihren Anomalien sich nach den Daten unserer meteorologischen Journale richtet; wenn aber die periodischen Veränderungen andere sind, so folgt unmittelbar daraus, dafs die Temperatur, welche einem bestimmten Stadium des Pflanzenlebens entspricht, nicht die ist, welche unsere gleichzeitigen Beobachtungsjournale angeben.

In einer der Academie im Juli 1844 vorgelegten Arbeit (Bericht 1844, S. 284) ist bereits gezeigt worden, das die Temperatur des der Insolation und Ausstrahlung ausgesetzten Bodens, bestimmt durch ein Maximum- und Minimum-Thermometer, nur in den Wintermonaten mit der Temperatur der Atmosphäre übereinstimmt, wie sie durch ein Registerthermometer im Schatten ermittelt wird, hingegen in den Sommermonaten höher ausfällt. Die im Pflanzengarten von Chiswick bei London von 1816 bis 1840 angestellten Beobachtungen ergeben nämlich im Mittel für diesen Zeitraum in Fahrenheit'schen Graden:

	fr. Luft.	Schatten.	Untersch.
Januar	36,30	36,56	−0,26
Februar	40,72	39,98	+0,74
März	45,27	42,83	+2,44
April	50,56	47,54	+3,02
Mai	61,31	54,63	+6,50
Juni	67,76	60,58	+7,18
Juli	71,09	63,43	+7,66
August	69,24	62,24	+7,00
September	62,79	56,94	+5,85
October	54,84	51,00	+3,84
November	44,33	43,40	+0,93
December	39,67	39,97	−0,30

Digitized by Google

wobei vorläufig hat vorausgesetzt werden müssen, dafs die mittlere Temperatur des freien Bodens ebenfalls annäherungsweise durch das Mittel aus den täglichen Extremen bestimmt wird.

Dieser Ueberschufs der Temperatur des freien Bodens über die Temperatur im Schatten wird in einem continentalen Klima wahrscheinlich noch erheblicher seyn, denn aus der folgenden Tafel geht entschieden hervor, dafs die Insolation bei Tage vorzugsweise jenen Ueberschufs bedingt.

	Sonne.	Strahlung.	Untersch.
Januar	45,62	26,97	18,65
Februar	52,95	28,48	24,47
März	60,76	29,77	30,99
April	68,79	32,32	36,47
Mai	84,19	38,07	46,12
Juni	90,32	45,20	45,12
Juli	94,29	47,88	46,41
August	92,00	46,48	45,52
September	83,04	42,53	40,51
October	72,00	37,67	34,33
November	56,20	32,46	23,74
December	48,75	30,58	18,17

Bei beschatteten Waldpflanzen ist daher ein Anschliefsen der Vegetationsgränzen an die Linien gleicher Sommerwärme oder gleicher Winterkälte eher zu erwarten, als bei den Culturpflanzen, die so viel wie möglich der directen Wirkung der Sonne ausgesetzt werden.

Die Anomalien der Temperaturverhältnisse einzelner Jahre gehen hingegen fast stets parallel für das freie und das beschattete Thermometer, nur dafs die Abweichungen des ersteren merklich gröfser ausfallen. Als Beispiel möge das unverhältnifsmäfsig warme Jahr 1834 und das kalte 1838 dienen. Bezeichnet nämlich das positive Zeichen einen Ueberschufs über die normale Temperatur, das negative ein Herabsinken unter dieselbe, so findet sich:

	1834.		1838.	
	freie Luft.	Schatten.	freie Luft.	Schatten.
Januar	8,49	8,90	− 8,96	−8,77
Februar	2,16	1,51	−7,56	−6,22
März	4,15	2,26	−3,08	−0,67
April	1,13	0,66	−5,81	−3,48
Mai	6,00	2,74	−4,06	−2,36
Juni	5,30	1,54	−3,27	−0,70
Juli	5,51	2,58	−3,16	−0,65
August	4,03	0,69	−2,71	−0,66
September	5,82	2,27	−2,61	−0,78
October	2,68	1,56	−2,97	−0 52
November	2,79	1,56	−1,54	−1,11
December	1,64	0,80	−1,56	−1,30

Daraus folgt, dafs in einem Jahr, dessen Temperatur zu niedrig ausfällt, sowohl der freie als der beschattete Boden weniger als seine normale Wärme empfängt, dafs der Nachtheil hingegen für den ersteren bedeutender ist als für den letzteren, und eben so der Gewinn in einem wärmeren Jahre.

Es fragt sich nun: welchen Antheil nimmt der Boden selbst an den normalen Witterungserscheinungen? bis zu welcher Tiefe macht sich eine ungewöhnliche Kälte oder Wärme geltend? Abgesehen davon, dafs die Wurzeln der Pflanzen stets der Temperatur des Bodens selbst unterworfen sind, müssen diese Erscheinungen schon deswegen von wesentlichem Einflufs seyn, weil in höheren Breiten die Zeit, wann der Boden im Frühjahr bestellt werden kann, hauptsächlich von der Tiefe abhängt, bis zu welcher der Frost eingedrungen ist. Welchen Einflufs die natürliche Schneedecke oder absichtliche Bedeckung darauf hat, konnte leider nicht untersucht werden, obgleich die nicht periodischen Veränderungen ein so unmittelbares Prüfungsmittel an die Hand geben, dafs sie gewifs für Untersuchungen der Art empfohlen werden können.

Die der Berechnung unterworfenen Beobachtungen sind die von Hrn. Quetelet in Brüssel angestellten. Sie sind sämmtlich für die Ausdehnung des Weingeists in den Röhren corrigirt, geben also die Temperatur der Stelle, an

Digitized by Google

welcher sich die Kugeln befinden. Die zehntägigen Mittel sind bestimmt aus dem zehnjährigen Zeitraume von 1834 bis 1843 auf der Nordseite für Thermometer an der Oberfläche, in 0,19, 0,75, 1,00, 3,90 und 7,80 Meter Tiefe; an der Südseite aus dem sechsjährigen Zeitraume 1838 bis 1843 über der Oberfläche, unter derselben, in 0,05, 0,10, 0,15, 0,30, 0,60 und 0,80 Meter Tiefe. Jedes Instrument ist nur mit sich selbst verglichen, und dadurch mögliche constante Fehler eliminirt. Ein positives Zeichen bedeutet, dafs in dem gegebenen Jahre die Temperatur um die gegebene Gröfse zu hoch war, ein negatives, dafs sie zu niedrig ausfiel, wobei das zehnjährige Mittel als normale Temperatur genommen ist. Um eine Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen für die Nordseite und Südseite zu erhalten, sind die Monatsmittel der einzelnen Jahre 1838 bis 1844 beider Standorte mit den Mitteln von 1838 bis 1843 verglichen. Für eine höhere Breite wurden die Beobachtungen in Upsala berechnet, zehntägige Mittel, vom December 1837 bis Juni 1842, die für die Temperatur der Röhren corrigirten Thermometer in 2, 4, 6, 10 schwedische Fufs Tiefe, eins aufserdem im Schatten in der Luft.

Das Ergebnifs dieser Untersuchung ist folgendes:

1) Die nicht periodischen Veränderungen nehmen mit der Tiefe an Umfang ab, sowohl die absoluten als die mittleren, unter mittleren Veränderungen die Mittel aus den Abweichungen aller einzelnen Jahre vom allgemeinen Mittel des ganzen Zeitraums, unter absoluten den gröfsten Unterschied derselben verstanden. Diese waren nämlich in Brüssel:

		Mittlere Veränderungen 1834 bis 1843 Cent.						Absolute Veränderungen 1834 bis 1843 Cent.				
		Obrfl.	0,19	0,75	1,00	3,90	7,80	0,19	0,75	1,00	3,90	7,80
Jan.	1	1,66	1,24	1,49	1,06	0,53	0,21	4,51	4,77	4,88	1,82	0,67
	10	2,68	1,73	1,56	0,96	0,51	0,22	7,42	6,93	5,55	2,21	0,65
	20	2,84	1,98	1,95	1,08	0,60	0,21	8,62	8,02	5,28	2,34	0,66
Febr.	1	2,29	1,76	2,03	1,09	0,58	0,19	6,08	6,10	4,30	2,16	0,62
	10	1,72	1,86	2,26	0,72	0,55	0,19	6,07	6,95	4,83	1,95	0,58
	20	2,28	1,59	2,03	0,88	0,53	0,19	6,81	6,75	3,38	2,46	0,65

		Mittlere Veränderungen 1834 bis 1843 Cent.						Absolute Veränderungen 1834 bis 1843 Cent.				
		Obrfl	0,19	0,75	1,00	3,90	7,80	0,19	0,75	1,00	3,90	7,80
März	1	2,77	1,69	1,79	0,84	0,51	0,21	8,50	6,45	3,65	2,54	0,78
	10	1,27	0,49	1.15	0,88	0,57	0,17	2,55	4,36	2,83	2,37	0,80
	20	1,89	1,13	1,11	1,43	0,50	0,22	5,18	3,29	2,45	2,18	0,91
April	1	2,18	1,18	1,02	0,59	0,43	0,24	5,59	3,91	2,55	1,73	0,91
	10	1,44	1,10	1,22	0,73	0,36	0,23	4,62	5,22	3,33	1,50	0,86
	20	1,58	0,91	1,14	0,48	0,37	0,22	4,55	4,06	2,21	1,31	0,78
Mai	1	1,89	1,35	1,03	0,56	0,38	0,23	5,49	4,38	2,02	1,16	0,75
	10	2,11	1,55	1,46	0,72	0,37	0,22	5,63	5,80	3,19	1,15	0,78
	20	1,68	0,80	1,10	0,72	0,38	0,23	2,96	4,90	3,00	1,47	0,75
Juni	1	1,97	1,31	1,22	0,56	0,36	0,25	4,61	4,71	2,86	1,53	0,71
	10	1,80	1,80	1,54	0,60	0,33	0,18	6,65	6,19	2,29	1,72	0,69
	20	1,75	1,55	1,75	0,59	0,47	0,16	5,66	5,89	2,37	2,39	0,67
Juli	1	2,32	1,47	1,68	0,56	0,42	0,18	4,91	5,73	2,44	1,65	0,66
	10	2,18	1,84	1,95	0,84	0,40	0,17	7,18	6,33	3,43	1,47	0,66
	20	2,68	1,89	2,07	0,84	0,43	0,16	7,02	7,74	3,54	1,39	0,61
Aug.	1	1,78	1,33	1,95	0,93	0,45	0,16	6,51	7,46	4,06	1,41	0,62
	10	2,49	1,46	1,64	0,82	0,49	0,17	6,19	6,47	3,59	1,58	0,63
	20	1,23	1,02	1,46	0,92	0,52	0,17	3,74	5,49	2,99	1,59	0,61
Sept.	1	1,00	0,65	1,18	0,52	0,46	0,19	2,81	4,44	1,86	1,71	0,64
	10	1,69	0,82	1,16	0,49	0,44	0,22	3,66	4,49	2,27	1,67	0,75
	20	1,53	1,16	1,33	0,63	0,41	0,22	4,52	5,49	2,74	1,71	0,74
Oct.	1	1,58	1,00	1,42	0,64	0,42	0,23	4,59	5,79	2,04	1,66	0,70
	10	1,77	1,59	1,68	0,65	0,40	0,23	5,14	7,96	3,07	1,55	0,75
	20	1,10	1,24	1,81	0,74	0,43	0,22	5,34	5,49	2,61	1,55	0,75
Nov.	1	2,13	1,70	1,47	0,53	0,45	0,24	7,51	6,84	2,49	1,49	0,79
	10	1,66	1,88	1,92	0,78	0,45	0,24	6,18	6,49	2,94	1,54	0,85
	20	1,80	1,23	1,46	0,44	0,46	0,24	4,22	6,14	3,01	1,45	0,83
Dec.	1	2,17	1,33	1,30	0,61	0,46	0,24	5,40	6,00	2,28	1,53	0,74
	10	1,93	0,89	1,20	0,79	0,48	0,22	4,53	5,38	3,00	1,57	0,71
	20	2,92	1,67	1,45	0,82	0,46	0,20	7,22	4,79	4,46	1,40	0,62

2) Obgleich auch an der Oberfläche innerhalb längerer Zeiträume, sogar innerhalb eines ganzen Jahres, die Temperatur höher oder tiefer seyn kann als die normale, so sind doch diese Fälle selten, indem positive Zeichen mit negativen in der Regel öfters wechseln. Dieser Wechsel tritt in bedeutender Tiefe nur selten ein. In 24 Fuſs Tiefe sind in Brüssel vom September 1830 bis Ende 1837 alle Differenzen positiv, vom April 1840 bis Ende 1843 alle negativ. Der besondere Witterungscharakter eines bestimmten längeren Zeitraums spricht sich also in gröſseren Tiefen durch eine ununterbrochene Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur aus. Die Beobachtungen in Upsala geben dasselbe Resultat.

Digitized by Google

3) Die in Brüssel auf der Südseite bis zu $0^{m},80$ herabgehenden Thermometer zeigen in ihren nicht periodischen Aenderungen eine grofse Uebereinstimmung mit den an der Oberfläche erhaltenen, nur dafs ihr Spielraum sich vermindert und sie etwas später eintreten. Daraus folgt, dafs die Pflanzen, deren Wurzeln nicht über diese Tiefe eindringen, auch an diesen im Allgemeinen analoge Anomalien erfahren, als an ihren über der Erde befindlichen Theilen. In Upsala zeigt sich das verspätete Eintreffen normaler an der Oberfläche zuerst eintretender Wärmeerscheinungen in der Tiefe, besonders im Frühling, am deutlichsten, während im Winter die Erdschichten, wahrscheinlich durch eine Schneedecke geschützt, einen verhältnifsmäfsig geringeren Antheil an den in freier Luft beobachteten anomalen Wärmeerscheinungen nehmen.

4) Da das in 1 Meter Tiefe befindliche Thermometer in Brüssel in dem Gange seiner nicht periodischen Veränderungen mitunter erhebliche Abweichung zeigt, so ist wahrscheinlich, dafs die Erde an bestimmten Stellen (durch gröfsere Auflockerung, Feuchtigkeit, dichtere Beschattung oder andere Ursachen) an den äufseren Veränderungen directeren Antheil nimmt als an anderen, wodurch sich vielleicht die Thatsache erläutern könnte, dafs verschiedene Individuen derselben Pflanze in den Stadien ihrer Entwicklung oft grofse Abweichungen zeigen.

5) Den für die trocknen Erdschichten gefundenen Ergebnissen schliefsen sich die an Quellen wahrgenommenen Ercheinungen sehr nahe an. Auch bei ziemlich constanten Quellen, und zwar bei solchen, wo sich das Maximum der Sommerwärme und der Winterkälte auffallend verspätet, zeigen sich entsprechende Temperaturerniedrigungen oder Temperaturerhöhungen, wenn die Lufttemperatur in einem bestimmten Jahre ungewöhnlich niedrig oder hoch war. Als Beispiel möge Gosport dienen; die negativen Zeichen bedeuten das Erniedrigen der Temperatur im Jahre 1830 unter die in den beiden ersten Columnen gegebenen normalen.

Gosport. (Fahrenheit.)

	Mittel.		1830.	
	Luft.	Quelle.	Luft.	Quelle.
Januar	37,70	50,91	—4,71	—2,76
Februar	41,76	49,68	—5,69	—2,73
März	46,20	49,41	—0,19	—2,18
April	50,54	49,50	—0,81	—1,64
Mai	56,67	50,03	—0,56	—1,52
Juni	61,71	51,21	—3,83	—1,41
Juli	64,57	52,73	—1,12	—1,71
August	62,70	54,13	—2,91	—1,36
September	59,06	54,98	—3,01	—1,66
October	53,90	54,96	—0,66	—1,64
November	46,92	53,74	+1,15	—0,78
December	43,41	52,72	—5,15	—1,14

Wenn nun, wie die bisherigen Untersuchungen zeigen, die nicht periodischen Veränderungen eines der Insolation und Ausstrahlung frei ausgesetzten Thermometers sich anschliefsen an den Gang eines in dem Schatten aufgehängten, wenn die oberen Erdschichten, sie mögen nun trocken seyn oder von Wasseradern durchströmt, in ihren unregelmäfsigen Veränderungen ebenfalls parallel gehen den Anomalien der im Schatten beobachteten Luftwärme, so darf man erwarten, dafs die Vegetationsverhältnisse ebenfalls einen analogen Gang befolgen werden, wenn sie nämlich vorzugsweise durch die Temperatur bedingt werden. Diefs kann aber durch eine directe Vergleichung ermittelt werden.

In den von Eisenlohr im Jahre 1832 veröffentlichten Untersuchungen über das Klima von Karlsruhe findet sich für den Zeitraum von 1779 bis 1830 für die einzelne Jahre angegeben, wann die Schneeglöckchen, die Aprikosen, der Weinstock blühte, wann die Eiche (*Quercus robur*) sich belaubte und entlaubte, ferner die Zeit der ersten reifen Kirschen und Trauben und der Kornreife. Vergleicht man nun die Temperatur jedes Monats in den einzelnen Jahren mit der Temperatur desselben, wie sie sich als mittlere dieses Monats in dem ganzen Zeitraume ergiebt, eben so das Eintreten eines bestimmten Stadiums im Pflanzenleben in jedem Jahre mit dem Eintreten desselben als Mittel des

Digitized by Google

ganzen Zeitraums von 1779 bis 1830, so wird sich unmittelbar ergeben, ob überhaupt ein Zusammenhang zwischen beiden vorhanden, ob ferner er sich in der gleichzeitigen Temperatur mehr ausspreche als in der des vorhergegangenen Zeitraums.

Die ausgeführten Rechnungen ergeben das erstere, woraus hervorgeht, dafs eine Pflanze in ein bestimmtes Stadium der Entwicklung tritt, nicht sowohl wenn sie eine bestimmte Wärmesumme empfangen hat, als vielmehr wenn ein bestimmter Wärmegrad eintritt.

Als Beispiel möge das Jahr 1816 und 1822 dienen.

Im Mittel ergab sich nämlich:

	Im Mittel.	Mittl. Abwechsl.	Gröfste.
Schneeglöckchen blühen	11. März	13,5 Tage	66 Tage
Aprikosen -	31. -	10,1 -	54 -
Eiche belaubt	3. April	7 -	37 -
Kirsche reif	28. Mai	7,2 -	35 -
Wein blüht	15. Juni	6,9 -	56 -
Getraide reif	11. Juli	5,6 -	39 -
Erste Trauben	3. Aug.	6,9 -	73 -
Eiche entlaubt	23. Oct.	8,9 -	37 -

Wärme. (Réaumur.)

	1816.	1822.	Untersch.
Januar	+1,37	+2,61	−1,24
Februar	−1,90	+3,06	−4,96
März	−0,27	+4,04	−4,31
April	0,11	+1,59	−1,48
Mai	−2,29	+2,05	−4,34
Juni	−2,35	+3,90	−6,25
Juli	−2,58	+0,59	−3,17
August	−2,14	−0,12	−2,02
September	−0,90	+0,35	−1,25
October	−0,25	+1,27	−1,52
November	−2,06	+1,74	−3,80
December	+0,05	−1,43	+1,48

Vegetation. (Tage.)

		1816.	1822.	Untersch.
März	Schneeglöckchen	−21	+31	54
April	Aprikosen	− 9	+26	35
Mai	Eiche	− 1	+13	14
Juni	Kirschen	−15	+20	35
Juli	Weinblüthe	−35	+21	56

Digitized by Google

		1816.	1822.	Untersch.
August	Kornreife	—14	+21	35
September	Trauben	—38	+34	72
October	Laub	+ 1	+14	13

wo das Pluszeichen ein früheres Eintreten bezeichnet (mit Ausnahme des Entlaubens, wo das Zeichen die entgegengesetzte Bedeutung hat), das Minuszeichen hingegen andeutet, um wie viel Tage die Vegetation sich verspätete. In der thermischen Tafel bedeutet eben so Plus einen Ueberschufs über die normale Wärme, Minus ein Herabsinken unter dieselbe.

Analoge Resultate ergaben die Beobachtungsstationen in New-York und Würtemberg.

Was den Einflufs des Niederschlags betrifft, so ist dieser im Winter ein fördernder, im Sommer ein die Temperatur erniedrigender. Daher entsprechen in Carlsruhe positive Zeichen der Regenmenge in der Regel negativen der Vegetation. Es zeigt sich aber verhältnifsmäfsig eine viel geringere Uebereinstimmung zwischen den Feuchtigkeitsverhältnissen und der Vegetation, als zwischen dieser und der Temperatur. Der Grund, dafs nasse Jahre in den Ruf gekommen sind, dafs sie vorzugsweise der Vegetation verderblich sind, liegt in einer anderen Erscheinung. Im Jahr 1816 fiel das Maximum der Wärme wahrscheinlich nach Asien hin, denn Howard berichtet, dafs man in Riga und Danzig in derselben Zeit um Regen betete, in welcher Zeit in Paris Sonnenschein vom Himmel erfleht wurde. Im südlichen Rufsland war die Erndte daher äufserst ergiebig, Odessa's jährliche Getraideausfuhr stieg von 1815 auf 1817 von 11 bis auf 38 Millionen. Europa war nämlich damals allein auf den Osten hingewiesen; denn da das Maximum der Kälte nach England fiel, so nahm Amerika daran Theil. Nun liegt, wie (Bericht 1845, S. 334) gezeigt worden ist, der Kältepol der Erde im Sommer nach Nordamerika hin, so dafs die Isotherme des Juli das Nordcap, Island, die Südspitze von Grönland und die Mitte von Labrador verbindet. Die hohen Temperaturen, welche zu dieser Zeit

Digitized by Google

gleichzeitig in Asien hervortreten, bilden für die Luft dieser kalten Gegenden einen Anziehungsmittelpunkt, und deswegen tritt im Juni in der Regel unsere Regenzeit mit Nordwestwinden ein. Steigert sich nun in einem bestimmten Jahre dieses Verhältnifs, indem nämlich die Intensität der Kälte am temporären Kältepol zunimmt, und eben so die Wärme in der Richtung nach SO., so werden kalte Nordwestwinde noch dauernder vorherrschen, und bei dem Uebergange vom Meere zum Land eine Trübung hervorrufen, welche der Einwirkung der Sonne erheblichen Eintrag thut. Es ist dann nicht sowohl die Quantität des Niederschlags bedeutend, als vielmehr der stets sich erneuernde Procefs der Condensation verderblich.

Die aus den früheren der Academie vorgelegten Untersuchungen über die temporäre Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde sich ergebende Thatsache, dafs stets Jahre niedriger Temperatur als Jahre des Mifswachses sich zeigen, dafs dieser daher nie allgemein, sondern wegen der gleichzeitigen Compensation nebeneinanderliegender Wärmeverhältnisse, in einem allgemeineren Sinne local sey, findet in den jetzt mitgetheilten Untersuchungen ihre nähere physische Begründung. Durch eine ähnliche Untersuchung über Zugvögel und Wanderthiere überhaupt würde sich entscheiden lassen, ob ihr frühes oder spätes Eintreffen und ihr Abzug sich nach der temporären Temperatur ihres Aufenthalts richtet, oder nach der Wärme des Ortes, nach welchem sie sich hinbegeben.

VII. *Untersuchung über die Wärmestrahlung; von den HH. F. de la Provostaye und P. Desains.*

(Ann. de chim. et de physique, Ser. III, T. XVI, p. 337.)

In einer bewundernswürdigen, im J. 1818 veröffentlichten Arbeit haben Dulong und Petit die Gesetze der Ele-

mentar-Erkaltung festzustellen gesucht, d. h. die Gesetze der Erkaltung eines Körpers von so grofser innerer Leitungsfähigkeit, dafs man annehmen kann, die Temperatur sey in jedem Augenblick an allen seinen Punkten strenge gleich.

Sie haben gesucht, wie die Erkaltungsgeschwindigkeit dieses Körpers, in einer Hülle von absolutem Ausstrahlungsvermögen, sich ändere mit der Natur seiner Oberfläche, mit dem Ueberschufs seiner Temperatur über die der Hülle, mit der absoluten Temperatur dieser, und mit der Natur und dem Druck des in dieser enthaltenen Gases.

Bringt man einen Körper von kleinen Dimensionen in eine Hülle, die in allen Punkten auf eine constante, unendterhalb der seinigen liegende Temperatur gehalten wird, so sinkt seine Temperatur aus zwei Ursachen:

1) Er strahlt gegen die Hülle aus, und diese gegen ihn; aber diese Effecte sind ungleich, der Verlust übersteigt den Gewinn. Der bei diesem Austausch innerhalb einer unendlich kurzen Zeit verlorene Grad-Bruchtheil ist immer derselbe, mifst was man Erkaltungsgeschwindigkeit im Vacuo nennt. Bei Anwendung eines mit Kienrufs bekleideten Ballons von 30 Centimeter Durchmesser fanden Dulong und Petit, dafs diese Geschwindigkeit bei einem selben Körper nicht blofs vom Ueberschufs seiner Temperatur über die der Hülle abhängt, sondern auch von der absoluten Temperatur dieser letzteren. Bezeichnet a eine absolute Constante, m eine andere, dem Ausstrahlungsvermögen proportionale Constante, ϑ die Temperatur der Hülle und t den Ueberschufs der Temperatur des Körpers über die der Hülle, so wird, nach ihnen, die Erkaltungsgeschwindigkeit im Vacuo gegeben durch den Ausdruck:

$$v = m a^{\vartheta} (a^{t} - 1).$$

Der Coëfficient m ändert sich mit der Substanz, bleibt aber für eine und dieselbe Substanz bei allen Temperaturen gleich, und darauf beruht die Unveränderlichkeit des Ausstrahlungsvermögens.

2) Gase entziehen dem Körper in jedem Augenblick

Digitized by Google

Wärme. Diese Wärmemenge bleibt bei jedem Zustand der Oberfläche dieselbe, aber sie hängt ab vom Druck des Gases und vom Temperaturüberschuſs des Körpers. Die vom bloſsen Contact der Gase herrührende Erkaltungsgeschwindigkeit wird ausgedrückt durch:

$$v' = n p^{c} t^{1,233},$$

worin t den Temperatur-Ueberschuſs des Körpers, und p den Druck, ausgedrückt in Metern, bezeichnet.

Die gesammte Erkaltungsgeschwindigkeit V ist die Summe der wegen der Ausstrahlung und wegen des Gascontacts, also:

$$V = v + v' = m a^{\vartheta} (a^{t} - 1) + n p^{c} t^{1,233}.$$

Diese sehr einfache und elegante Formel besitzt jedoch nicht alle wünschenswerthe Allgemeinheit. Einerseits zeigt nichts, welche Abänderungen sie erleiden würde, wenn das Emissionsvermögen des Ballons aufhörte absolut zu seyn; und andererseits setzt sie voraus, die Erkaltung sey unabhängig von der Gröſse der Hülle, in der sie geschieht, eine Voraussetzung, die wenigstens willkührlich ist. Endlich ist sie, abgesehen von diesen Einschränkungen, nur für den Fall aufgestellt worden, daſs die Temperatur des Körpers die der Hülle übersteige. Was sind aber für den entgegengesetzten Fall die Erkaltungesetze? sind sie dieselben oder nicht? Muſs die obige Formel verändert oder bloſs anders ausgelegt werden? Das ist ohne directe Versuche schwierig einzusehen.

In dieser Arbeit haben wir zu bestimmen gesucht: 1) die Abänderungen, welche in dem Gange der Erkaltung eines Körpers durch eine Veränderung der Gröſse oder Natur der Hülle herbeigeführt werden können; 2) die Gesetze der Erkaltung in der Luft oder dem Vacuo bei irgend einem Drucke. Endlich haben die zahlreichen Versuche, die wir zur Lösung des ersten dieser Probleme angestellt, uns einige der Schlüsse von Dulong und Petit bezweifeln lassen, und veranlaſst fast deren ganze Arbeit zu wiederholen. Wir beginnen demnach mit der Auseinandersetzung

der Resultate der sorgfältigen Revision, welcher wir sie unterworfen haben.

Erster Theil.

§. 1. Bei der ganzen Reihe von Untersuchungen, in die wir uns einliefsen, um die Richtigkeit der von Dulong und Petit aufgestellten Gesetze zu prüfen, haben wir sehr nahe den von ihnen vorgezeichneten Weg eingeschlagen, nur wenig von den ihrigen abweichende Apparate angewandt und bis auf einige Abänderungen ihre Beobachtungs- und Berechnungsmethoden befolgt.

Wir beobachteten die Erkaltung zweier an Gestalt und Masse verschiedener Thermometer. Das eine hatte eine Kugel von 3 Centimeter Durchmesser, und umfafste 150 Grade, von denen jeder 4,5 Millim. einnahm und fast 6 der auf den Stiel gezogenen Abtheilungen entsprach. Das andere hatte einen cylindrischen Behälter von 2 Centimeter Durchmesser und 7 Höhe, enthielt 300 Grm. Quecksilber und ging bis 180 Grad; der Abstand zwischen den beiden Festpunkten auf der Röhre betrug etwa 43 Centimet. und war in 354 gleiche Theile getheilt. Die Stiele beider Thermometer waren von uns selbst mit grofser Sorgfalt getheilt. Da man die Vorsicht getroffen hatte, an ihrem oberen Theile ziemlich grofse Behälter zu lassen, so konnte die Beobachtung oft an dem obersten Strich begonnen werden. Endlich war der innere Durchmesser dieser Stiele immer sehr klein; wir brauchten also keine Strömungen in dem Quecksilber zu fürchten und hatten, um sie zu vermeiden, keine besonderen Einrichtungen zu treffen.

Als Hülle diente eine geschwärzte kupferne Hohlkugel, befestigt in der Mitte einer Wanne voll Wasser, welches man durch häufiges Zugiefsen von kaltem oder warmen Wasser, unter fortwährendem Umrühren, auf einer constanten Temperatur erhielt.

Dieser Ballon bestand aus zwei nach der Linie *ab*, Fig. 2 Taf. III, mit Zinn zusammengelötheten Stücken; man wird späterhin sehen, zu welchem Zweck. Das kleinste dieser

beiden Stücke trug den Hals *cd* und das Seitenrohr *dh*, welches, mit einem Hahn versehen, zum Ansetzen der Luftpumpe diente. Um das Thermometer hineinzustecken, und den Apparat rasch, leicht und sicher zu verschliefsen, haben wir folgende, schon von Hrn. Regnault angegebene Vorrichtung gebraucht.

Das Thermometer war ein für alle Mal mittelst eines vortrefflichen Pfropfens in einer Art von Röhre *af* befestigt, die man unten durch eine bis zur Mitte aufgeschlitzte und zur Vervollständigung der Hülle dienende Kupferscheibe verschlofs. Diese Röhre ging mit sanfter Reibung in den Hals des Ballons, und hatte in der Mitte einen ebenen Rand, welcher sich auf den gleichfalls ebenen Rand des Halses legte, und mittelst Leder und einer Ringschraube fest darauf verschlossen werden konnte.

Man erwärmte das Thermometer nicht über freiem Feuer, sondern in einer Art Muffel, um Aenderungen der Oberfläche möglichst zu verhüten. Während dieser Manipulation wurden die Scheibe und der obere Theil des Stiels, der niemals eine merkliche Temperaturerhöhung erlitt, durch Schirme geschützt.

Dann wurde das Thermometer rasch in die Hülle gebracht, und während der eine Arbeiter den Druck auf den erforderlichen Punkt brachte, schrob der andere den Ring fest, welcher das Rohr *ef* mit den Hals des Ballons verband.

Man begann alsdann eine vergleichende Tafel der Zeiten und entsprechenden Temperaturüberschüsse zu entwerfen, indem man gleichzeitig den Gang des Thermometers und den einer Secundenuhr beobachtete, und genau die Zeitpunkte aufschrieb, wo das Ende der Quecksilbersäule bei ihrem Sinken vor bestimmten und zweckmäfsig gewählten Strichen vorbeiging.

Um aus dieser Tafel die Erkaltungunsgeschwindigkeiten des Thermometers für alle Zeitpunkte des Versuchs herzuleiten, begann man damit, jede beobachtete Temperatur auf das zurückzuführen, was sie gewesen wäre, wenn der Stiel gleiche Temperatur wie der Behälter gehabt hätte;

dass annehmend, dafs das Newton'sche Gesetz den Gang des Phänomens für eine kleine Strecke richtig ausdrücke, verknüpfte man eine gewisse Anzahl wenig von einander verschiedener Temperaturüberschüsse mit den ihnen entsprechenden Zeiten durch die wohlbekannte Formel:

$$t = a\left(\frac{1}{\mu}\right)^{x},$$

und berechnete mittelst derselben für einen Temperaturüberschufs, der unter den zur Bestimmung der Constanten μ angewandten der mittlere war, die entsprechende Geschwindigkeit. Diese Rechnungsweise schien uns bequemer und eben so genau zu seyn als die von Dulong und Petit. Wir werden übrigens Gelegenheit haben, auf diesen Punkt zurückzukommen.

Die so erhaltenen Geschwindigkeiten mufsten wegen des zurückfliefsenden kalten Quecksilbers berichtigt werden. Wie nämlich schon vor uns bemerkt ist, erniedrigt das Quecksilber, welches in jedem Augenblick der Erkaltung aus dem Stiel in den Behälter tritt, die Temperatur des in diesem Behälter enthaltenen, und man mufs, um diese Erniedrigung in Rechnung zu ziehen, die scheinbaren Geschwindigkeiten etwas verringern. Dieser Berichtigung sind noch zwei andere hinzuzufügen, welche man bisher [vernachlässigt hat, obwohl sie, einzeln genommen, einen sehr beträchtlichen Einflufs ausüben können. Sie entspringen daraus, dafs die Quecksilbermasse, welche an der Erkaltung Theil nimmt, mit sinkender Temperatur wächst, während ihre Wärmecapacität sich verringert. Nun hat man aber meistlich zur Absicht, die Erkaltungsgeschwindigkeiten eines und desselben Körpers zu vergleichen, und nicht die von Körpern von verschiedener Masse und Wärmecapacität.

Einleuchtend ist, dafs die erstere der beiden Veränderungen, auf welche wir die Aufmerksamkeit lenken, die beobachteten Geschwindigkeiten für hohe Temperaturüberschüsse zu grofs zu machen strebt, die zweite dagegen zu klein. Weder die eine noch die andere berücksichtigen, hiefse annehmen, dafs zwischen ihren Effecten eine Art von Compensation stattfinde. Diese Hypothese ist nicht streng; wir

Digitized by Google

haben sie indeſs für die meisten unserer Rechnungen beibehalten, um unsere Zahlen mit denen von Dulong und Petit vergleichbar zu machen. Wir haben indeſs nicht vernachlässigt uns zu versichern, daſs unsere verschiedenen Resultate unabhängig sind von den Einwürfen, die man ihr machen kann.

Die gefundenen und, wie eben gesagt worden, berichtigten Geschwindigkeiten sind weiterhin in dieser Abhandlung als *beobachtete Geschwindigkeiten* aufgeführt; sie bilden das directe und unmittelbare Ergebniſs der Versuche. Durch gehörige Combination derselben gelangt man zur Erkenntniſs dessen, was in jedem einzelnen Versuch als Wirkung der Luft oder als Wirkung der Strahlung betrachtet werden kann. Nun ist leicht ersichtlich, daſs die Kenntniſs dieser letzteren die der ersteren voraussetzt, weil die Versuche immer in einer mehr oder weniger verdünnten Luft angestellt worden sind [1]). Wir haben demnach zuvörderst gesucht die Gesetze der Erkaltung durch die Luft zu bestätigen.

Dulong und Petit haben zunächst aufgestellt, daſs das Erkältungsvermögen eines Gases, unter sonst gleichen Umständen, unabhängig sey vom Oberflächenzustand des Körpers, welcher erkaltet. Um zu ermitteln, ob dieser Satz richtig sey, muſs man die Erkaltung eines selben Körpers unter zwei sehr verschiedenen Drucken beobachten, die einem gleichen Temperaturüberschuſs entsprechenden Geschwindigkeiten von einander abziehen, und nachsehen, ob die Reste gleich seyen für einen gläsernen oder versilberten Behälter.

So verfahrend haben wir Reste erhalten, die im Allgemeinen gröſser waren bei einem vollständig versilberten Thermometer als bei einem nackten.

1) Wir sind immer bemüht gewesen, Feuchtigkeit zu entfernen. Zu dem Ende haben wir den Ballon in der Zwischenzeit unserer Versuche immer verschlossen gehalten, und wenn wir, nachdem er evacuirt worden, Luft in ihn eintreten lieſsen, leiteten wir diese zuvörderst durch ein mit schwefelsaurem Bimstein gefülltes U-Rohr, welches durch ein Hahnstück

Unterschiede der Erkaltungsgeschwindigkeiten	Temperaturüberschüsse.					
	121°,76	107°,07	93°,88	70°,5	60°,42	48°,87
zwischen Drucken von 0m,762 und 0m,006						
Thermomet. *versilbert*	0°,0943	0°,0797	0°,0680		0°,0391	
- - *nackt*	0 ,0919	0 ,0769	0 ,0673		0 ,0382	
zwischen Drucken von 0m,215 und 0m,006						
Thermomet. *versilbert*		0 ,0403	0 ,0343	0 ,0236	0 ,0199	0 ,0149
- - *nackt*		0 ,03943	0 ,0333	0 ,0228	0 ,0189	0 ,0145
zwischen Drucken von 0m,765 und 0m,088						
Thermomet. *versilbert*		0 ,0561	0 ,0480		0 ,0277	
- - *nackt*		0 ,0545	0 ,0478		0 ,0272	

	Temperaturüberschüsse.					
	77°,0	66°,28	57°,23	47°,03	40°,85	33°,48
zwischen Drucken von 0m,314 und 0m,076						
Thermomet. *versilbert*	0 ,0207	0 ,01681	0 ,0144	0 ,0110	0 ,00930	0 ,00727
- - *nackt*	0 ,0198	0 ,0166	0 ,0136	0 ,0107	0 ,00928	0 ,00712

Da die erkaltende Wirkung der Luft nicht immer gleich ist für alle Oberflächen, so haben wir die Erkaltung unserer Thermometer nackt, versilbert, vergoldet und geschwärzt unter vielen Drucken beobachtet, und jedesmal untersucht, ob das Erkaltungsvermögen proportional gehe der Potenz 1,233 des Temperaturüberschusses und der Potenz 0,45 des Drucks.

Um sich von der Richtigkeit des ersten dieser Gesetze zu überzeugen, nimmt man unter zwei sehr ungleichen Drukken, z. B. 0m,760 und 0m,020, den Unterschied der Erkaltungsgeschwindigkeiten, die einem gewissen Temperaturüberschufs t entsprechen. Der Effect der Strahlung verschwindet durch Subtraction, und der Rest ist also nur der Unterschied der Wirkungen der Luft. Dieselben Rechnungen macht man für dieselben Drucke, aber für einen anderen Temperaturüberschufs t'. Dividirt man nun den Logarithmen des Quotienten der erhaltenen Unterschiede durch den Loga-

mit dem Kanal communicirte, der von dem Pumpenkörper zum Teller führte.

rithmen des Quotienten der Ueberschüsse t und t', so mufs man 1,233 finden. Die durch eine Reihe solcher Operationen erhaltenen Zahlen schwanken meistens ohne Regel zwischen 1,20 und 1,26. Bei gläsernen oder geschwärzten Oberflächen können die Abweichungen beträchtlicher seyn, und der Mittelwerth scheint willkührlich zu werden; indefs haben wir doch geglaubt ihn annehmen zu müssen. Er betrug immer 1,23. Er genügt den Beobachtungen gut; und um die gröfsten Schwankungen zu erklären, braucht man nur anzunehmen, dafs eine der vier zu jeder Bestimmung angewandten Geschwindigkeiten mit einem Fehler behaftet sey, wie ihn diese Beobachtungen unvermeidlich mit sich führen.

Um zu sehen, ob das Erkaltungsvermögen der Luft proportional gehe der Potenz 0,45 des Drucks, nimmt man drei totale Geschwindigkeiten, entsprechend einem selben Temperaturüberschufs und drei verschiedenen Drucken, z. B. $0^m,760$, $0^m,200$ und $0^m,020$.

Von der ersten subtrahirt man successiv die beiden anderen; der Quotient der beiden Reste mufs gleich seyn:

$$\frac{0{,}760^{0,45} - 0{,}020^{0,45}}{0{,}760^{0,45} - 0{,}200^{0,45}},$$

wie auch der Temperaturüberschufs sey, für welchen die Rechnung gemacht worden ist. Und wirklich findet es sich so in befriedigender Weise, sobald man nur vermeidet, Resultate von Versuchen anzuwenden, die bei kleineren Drucken als 6 bis 7 Millimeter angestellt worden sind. Wir haben uns überzeugt, dafs für solche sehr schwachen Drucke der Gang des Phänomens nicht mehr durch die Formel von Dulong und Petit dargestellt werden kann. Die Zeiten, welche das grofse Thermometer gebrauchte, um sich um eine gleiche Zahl von Graden zu erkalten, waren unter den Drucken $0^m,006$ und $0^m,0028$ strenge gleich:

Zeit, welche das cylindrische Thermometer versilbert gebrauchte, um vom Strich 690 auf den Strich 600 herabzusinken.

Druck	$2^{mm},8$	$6^{mm},0$
Zeit	19' 45"	19' 50"

Zum Sinken vom Strich 660 auf 610.

Druck	$2^{mm},8$	$6^{mm},0$
Zeit	11' 18"	11' 20"

Zeit für dasselbe, aber nackte Thermometer zum Sinken

unter den Drucken					$2^{mm},8$	$5^{mm},15$
vom Strich	500	auf	Strich	390	18' 12"	18' 12"
-	480	-	-	410	11' 8"	11, 8".

Abgesehen von diesen Ausnahmsfällen, braucht man, um die Bestimmung des Erkältungsvermögens der Luft zu vollenden, nur noch den Werth des Coëfficienten n aufzusuchen, der gleichsam die Gröfse desselben mifst. Zu dem Ende nimmt man die Geschwindigkeits-Unterschiede wieder vor, die man vorhin zu combiniren hatte, und setzt jeden derselben einem Ausdruck von der Form $n(p^{0,45}-p'^{0,45})t^{1,233}$ gleich. Durch Auflösung der so gebildeten Gleichungen erhält man für n eine Reihe von Werthen, aus denen man das Mittel nimmt. Der Werth dieses Mittels ist nicht immer derselbe. Für das gewöhnlich von uns angewandte Thermometer fanden wir, wenn Behälter und Stiel versilbert waren:

$$n=0,0003224,$$

wenn beide nackt gelassen worden:

$$n=0,003118.$$

Der Unterschied dieser Zahlen zeigt unter einer anderen Form, dafs, wie schon erwähnt, das Erkältungsvermögen der Luft ungleich ist.

Um die Prüfung zu vollenden vergleicht man die Unterschiede der unter verschiedenen Drucken und für gleichen Temperaturüberschufs beobachteten Geschwindigkeiten mit den Unterschieden der Luftwirkungen, berechnet für dieselben Punkte nach der Formel:

$$n(p^{0,45}-p'^{0,45})t'^{1,233},$$

in welcher n durch den ihm in jeden Fall entsprechenden Werth ersetzt ist.

Die folgenden Tafeln enthalten einige Vergleiche dieser Art:

Unterschiede der Erkaltungsgeschwindigkeiten des vergoldeten Thermometers mit nacktem Stiel zwischen den Drucken.	Temperaturüberschüsse.			
	136°,52	107°,07	60°,42	48°,87
0^m,755 und 0^m,088 beobachtet	0°,07543	0°,0559	0°,0269	0°,0215
dito dito berechnet	0 ,07562	0 ,0560	0 ,0276	0 ,0213
0^m,216 und 0^m0,09 beobachtet	0 ,05195	0 ,0385	0 ,0191	0 ,0145
dito dito berechnet	0 ,05215	0 ,0386	0 ,0191	0 ,0147

Unterschiede der Erkaltungsgeschwindigkeiten des versilberten Thermometers mit versilbertem Stiel zwischen den Drucken.	Temperaturüberschüsse.		
	121°,76	107°,07	60°,42
0^m,762 und 0^m,015 beobachtet	0°,0884	0°,0747	0°,0370
dito dito berechnet	0 ,0878	0 ,0749	0 ,0370
0^m,216 und 0^m,015 beobachtet	0 ,0416	0 ,0353	0 ,01785
dito dito berechnet	0 ,0417	0 ,0356	0 ,0176
0^m,088 und 0^m,015 beobachtet	0 ,0219	0 ,0185	0 ,00939
dito dito berechnet	0 ,0219	0 ,0187	0 ,00924

Unterschiede der Erkaltungsgeschwindigkeiten d. nackten Thermometers zwischen den Drucken.	Temperaturüberschüsse.				
	121°,76	107°,07	93°,88	60°,42	40°,18
0^m,765 und 0^m,023 beobachtet	0°,0809	0°,0688	0°,0600	0°,0344	
dito dito berechnet	0 ,0814	0 ,0695	0 ,0591	0 ,0343	
0^m,215 und 0^m,023 beobachtet		0 ,0312	0 ,0266	0 ,0152	0 ,00926
dito dito berechnet		0 ,0312	0 ,0266	0 ,0154	0 ,00933

In dieser letzten Tafel beträgt die gröfste Abweichung der Rechnung von der Beobachtung $\frac{1}{60}$. Um sie zu erklären braucht man nur bei einer einzigen der beiden beobachteten totalen Geschwindigkeiten eine Unsicherheit von $\frac{1}{160}$ vorauszusetzen. Ueberdiefs wird man bemerken, dafs wenn der bei 93° beobachtete Unterschied gegen den berechneten etwas grofs ist, der bei 107° dafür etwas zu klein ist, und diese beiden Unterschiede beherrschen sich selbst, nach der Weise, auf welche die Rechnungen ausgeführt wurden.

Endlich ist, nach Dulong und Petit, die vom blofsen Contact eines Gases herrührende Erkaltungsgeschwindigkeit eines Körpers, bei gleichem Temperaturüberschufs, abhängig von der Dichtigkeit und der Temperatur des Gases.

Digitized by Google

Allein diese Abhängigkeit ist eine solche, dafs die Erkaltungsgeschwindigkeit dieselbe bleibt, wenn Dichtigkeit und Temperatur sich so verändern, dafs die Elasticität constant bleibt.

Um diefs Gesetz zu prüfen, beobachteten wir die Erkaltung unseres grofsen Thermometers, vergoldet in einer Hülle von 40°, unter zwei verschiedenen Drucken. Berechneten wir alsdann nach dem eben angeführten Gesetz und mit einem Werth von *n*, der aus Versuchen, angestellt in einer Hülle von 15°, berechnet war, wie grofs die vom Contact des Gases herrührenden Temperaturverlüste für die verschiedenen Ueberschüsse seyn müfsten, so fanden wir sie nahezu identisch mit denen, welche die directe Beobachtung ergab [1]).

§. II. — Nachdem die Gesetze der Erkaltung durch Luft somit bis auf leichte Ausnahmen bestätigt worden, schritten wir zur eigentlichen Strahlung. Um den Werth derselben unter gegebenen Temperatur-Umständen genau zu bestimmen, braucht man nur, wie Dulong und Petit auseinandersetzen, von den unter diesen Umständen beobachteten totalen Geschwindigkeiten den Effect wegen des Contacts der elastischen Flüssigkeit, in welchem die Erkaltung vor sich geht, abzuziehen. Die Reste, d. h. Geschwindigkeiten im absoluten Vacuo, schienen uns sowohl mit dem Ueberschufs der Temperatur des Thermometers über die der Hülle, als auch mit der absoluten Temperatur dieser letzteren, nach der Formel:

$$V = m a^{\vartheta}(a t - 1),$$

ein wenig zu variiren, wenigstens wenn die strahlende Fläche gläsern oder geschwärzt ist. In der That, addirt man in diesem Fall zu den durch diese Formel gegebenen Strahlungs-Effecten, die, wie wir gesehen, durch den Ausdruck $n p^{0{,}45} t^{1{,}233}$ dargestellten Erkaltungsgeschwindigkeiten in Luft, so gelangt man zu Resultaten, die vollkommen mit den beobachteten Geschwindigkeiten übereinstimmen.

Die folgende Tafel zeigt diefs zur Genüge:

1) Siehe die Tafel, betitelt: *Vierte Reihe*, S. 250.

Erkaltungsgeschwindigkeiten des nackten cylindrischen Thermometers, beobachtet in dem geschwärzten Ballon von 24 Centimet., bei 14°,7 C.

	Temperaturüberschüsse.					
	121°,76	107°,07	93°,88	60°,42	40°,18	30°,1
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
0m,765	0°,2212	0°,18415	0°,1565	0°,08854	0°,0535	0°,0378
0 ,215		0 ,14658	0 ,1226	0 ,06927	0 ,04196	
0 ,0879		0 ,1296	0 ,10864	0 ,06136	0 ,03715	0 ,02656
0 ,0237	0 ,1402	0 ,11539	0 ,0960	0 ,05409	0 ,0327	0 ,02340

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta}(a^{t}-1) + n p^{0,45} t^{1,233}$ mit $\log m = 0,8317000-2$; $\log n = 0,4938000-4$.

	Temperaturüberschüsse.					
	121°,757	107°,07	93°,88	60°,42	40°,18	30°,1
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.					
0m,765	0°,2205	0°,1846	0°,1550	0°,08821	0°,05368	0°,0381
0 ,215		0 ,1463	0 ,1224	0 ,06928	0 ,04224	
0 ,0879		0 ,1299	0 ,1084	0 ,06117	0 ,03733	0°,0266
0 ,0237	0 ,1390	0 ,1151	0 ,09583	0 ,05386	0 ,03290	0 ,0235

Geschwindigkeiten desselben, aber geschwärzten Thermometers, beobachtet in der Hülle bei 14°,7.

	Temperaturüberschüsse.					
		107°,07	93°,88	48°,87	37°,6	30°,1
Druck.	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
0m,088		0°,1407	0°,11697	0°,05057	0°,036935	0°,02858

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach derselben Formel mit denselben Constanten $\log m = 0,8731500-2$; $\log n = 0,5000000-4$.

	Temperaturüberschüsse.					
		107°,07	93°,88	48°,87	37°,6	30°,1
Druck.	Berechnete Geschwindigkeiten.					
0m,088		0°,1401	0°,1176	0°,050835	0°,03689	0°,02875

Wenn der Behälter des Thermometers mit einer Metallfolie bekleidet ist, ist das Gesetz der Strahlung complicirter. Dann bleibt der Coëfficient m nicht mehr constant,

sondern wächst, sehr regelmäfsig, in dem Maafse als die Temperatur sinkt, genau so, wie wenn das Emissionsvermögen des Metalls unter diesen Umständen zunähme. Es ist wohl kaum nöthig hinzuzufügen, dafs die Geschwindigkeiten im Vacuo, und folglich die entsprechenden Werthe von *m*, für einen gleichen Temperaturüberschufs immer sehr nahe dieselben sind, unter welchem Druck man auch die Versuche angestellt habe.

Folgendes sind die Resultate der Versuche mit dem cylindrischen Thermometer, dessen *Behälter* erstlich mit Blattsilber und dann mit Blattgold bekleidet worden war.

Erkaltungsgeschwindigkeiten des versilberten cylindrischen Thermometers mit nacktem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 24 Centimeter bei 14°,7, berichtigt für den Rücktritt des kalten Quecksilbers.

	Temperaturüberschüsse.						
	136°,52	121°,757	107°,075	93°,88	82°,16	70°,5	60°,42
Drucke	Beobachtete Geschwindigkeiten.						
m							
0,214	0°,08899	0°,07739	0°,06638	0°,05644	0°,04828	0°,03984	0°,03310
0,876					0 ,03647	0 ,03016	0 ,02512
0,006	0 ,03573	0 ,03136	0 ,02683	0 ,02312	0 ,01983	0 ,01654	0 ,01393

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel: $ma^{\vartheta}(a^{t}-1) + np^{0,45}t^{1,233}$.

Man nimmt $\log n = \overline{4},4910000$ und $\log m$

	Temperaturüberschüsse.						
	136°,52	121°,757	107°,075	93°,88	82°,16	70°,5	60°,42
log m	$\overline{2}$,03449	$\overline{2}$,05626	$\overline{2}$,076174	$\overline{2}$,092322	$\overline{2}$,1111098	$\overline{2}$,115747	$\overline{2}$,128521
Drucke	Berechnete Geschwindigkeiten.						
m							
0,214	0°,08881	0°,07733	0°,06621	0°,05644	0°,04819	0°,03989	0°,03317
0,0876					0 ,03647	0 ,03018	0 ,02514
0,006	0 ,03591	0 ,03140	0 ,02699	0 ,02311	0 ,01991	0 ,01647	0 ,01382

Mit dem vergoldeten Thermometer machten wir vier Reihen Versuche bei ein wenig verschiedenen Zuständen der Oberfläche. Alle vier führten zu gleichen Folgerungen:

Digitized by Google

Erste Reihe.

Erkaltungsgeschwindigkeiten des vergoldeten cylindrischen Thermometers mit nacktem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 24 Centim. bei 14°,7, berichtigt wegen des Rücktritts des kalten Quecksilbers.

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	48°,874
	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
0m,755	0°,14434	0°,12477	0°,10669	0°,09134	0°,07786	0°,04123
0 ,088	0 ,06891	0 ,05945	0 ,05078	0 ,04346	0 ,03706	0 ,01973

Dieselben Geschwindigkeiten berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta} (a^{t} - 1) + n p^{0,45} t^{1,233}$.

Man nimmt $\log n = 0,5084 - 4$ und $\log m =$

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	48°,874
$\log m$	$\bar{2},0359351$	$\bar{2},0512931$	$\bar{2},0586453$	$\bar{2},0855300$	$\bar{2},1009330$	$\bar{2},1218413$
	Berechnete Geschwindigkeiten.					
0m,755	0°,1444	0°,1245	0°,10677	0 ,09123	0°,0776	0°,0411
0 ,088	0 ,0688	0 ,05968	0 ,05072	0 ,04356	0 ,03717	0 ,01979

Zweite Reihe.

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	60°,421	48°,874
	Beobachtete Geschwindigkeiten.						
0m,216	0°,09078	0°,0793	0°,06725	0°,05759	0°,04899	0°,03389	0°,02608
0 ,0098	0 ,03883	0 ,03393	0 ,02899	0 ,02472	0 ,02116	0 ,01478	0 ,01161

Dieselben Geschwindigkeiten berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta} (a^{t} - 1) + n p^{0,45} t^{1,233}$.

Man nimmt $\log n = \bar{4},5084$ und $\log m =$

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	60°,421	48°,874
$\log m$	$\bar{2},015616$	$\bar{2},040445$	$\bar{2},051507$	$\bar{2},069121$	$\bar{2},086077$	$\bar{2},1075134$	$\bar{2},1147000$
	Berechnete Geschwindigkeiten.						
0m,216	0°,09088	0°,07926	0°,06751	0°,05759	0°,04893	0°,03386	0°,02619
0 ,0098	0 ,03873	0 ,03397	0 ,02886	0 ,02472	0 ,02121	0 ,01480	0 ,01150

Dritte Reihe.

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88
	Beobachtungsgeschwindigkeiten.			
0m,024	0°,04898	0°,04262	0°,03620	0°,03092
0 ,006	0 ,03707	0 ,03229	0 ,02769	0 ,02365

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta} (a^t - 1) + n p^{0,45} t^{1,233}$.

Man nimmt $log\, n = \overline{4},5084$ und $log\, m =$

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 136°,522	121°,757	107°,075	93°,88
$log\, m =$	$\overline{2},0461641$	$\overline{2},0652197$	$\overline{2},0795354$	$\overline{2},0948848$
	Berechnete Geschwindigkeiten.			
0m,024	0°,0490	0°,04265	0°,03637	0°,03106
0 ,006	0 ,03704	0 ,03226	0 ,02751	0 ,02352

Vierte Reihe.

Beobachtete Geschwindigkeiten im Ballon bei 39°,7.

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 111°,522	96°,757	82°,075
	Beobachtete Geschwindigkeiten.		
0m,088	0°,05509	0°,04645	0°,03795
0 ,0099	0 ,03282	0 ,02777	0 ,02263

Geschwindigkeiten, bereechnet nach der Formel $m a^{\vartheta} (a^t - 1) + n p^{0,45} t^{1,233}$.

Man nimmt $log\, n = \overline{4},5084$ und $log\, m =$

Drucke.	Temperaturüberschüsse. 111°,522	96°,757	82°,075
$log\, m =$	$\overline{2},0302$	$\overline{2},0397$	$\overline{2},05034$
	Berechnete Geschwindigkeiten.		
0m,088	0°,0547	0°,0466	0°,0380
0 ,0099	0 ,0331	0 ,0276	0 ,02254

Vom Einflufs des Stiels.

Wenn man die Erkaltung eines Thermometers als die einer isolirten Masse betrachtet, so begeht man einen Fehler, welcher nicht zu vernachlässigen seyn kann, denn der Stiel nimmt Theil an der gesammten Erkaltung. Sobald die Kugel des Thermometers nackt und von grofsen Dimensionen gegen den Stiel ist, begreift man, dafs die Resultate, ohne gerade identisch zu seyn, nicht merklich von einander abweichen können. Anders verhält es sich aber, wenn die Kugel versilbert ist; denn da die Ausstrahlung dieser Kugel für einen gleichen Temperaturüberschufs 6 bis 7 Mal kleiner ist, so wird die vom Stiel ausgestrahlte Wärme ein sehr beträchtlicher Bruch von der gesammten, durch die Strahlung verlorenen Wärme. Diefs wird durch das Experiment bewiesen. Wir haben unter übrigens gleichen Umständen die Erkaltung eines und desselben Thermometers beobachtet, an dem zuvörderst blofs der Behälter und dann der Behälter nebst Stiel versilbert worden. Die Erkaltungszeiten zeigten beträchtliche Unterschiede.

Um vom Strich 850 auf den Strich 500 zu sinken gebrauchte das versilberte cylindrische Thermometer mit dem nackten Stiel:

Unter dem Druck $0^m,216$	28′ 21″
Unter dem Druck $0^m,006$	1^h 9′ 16″,6.

Dasselbe versilberte Thermometer mit versilbertem Stiel erforderte für dasselbe Sinken:

Unter dem Druck $0^m,216$	29′ 1″
Unter dem Druck $0^m,006$	1^h 16′ 35″.

Um vom Strich 990 auf den Strich 700 zu sinken, gebrauchte das kugelförmige Thermometer versilbert mit nacktem Stiel:

Unter dem Druck $0^m,076$	22′ 16″

Dasselbe versilberte Thermometer mit versilbertem Stiel erforderte:

24′ 37″.

Unter dem Druck $0^m,015$ wurden zum Sinken vom Strich 880 auf den Strich 640 die Zeiten erfordert:

Stiel nackt	34′ 22″
Stiel versilbert	38′ 36″.

Nachdem einmal der Einflufs des Stiels constatirt war, glaubten wir unsere Versuche wieder vornehmen zu müssen, und zwar mit Thermometern, die an dem in der Hülle enthaltenen Theile vollständig versilbert waren.

Versuche mit einem vollständig versilberten Thermometer.

Diese Versuche wurden, wie die schon angeführten, unter mehren sehr verschiedenen Drucken angestellt. Sie zeigten uns, dafs die Veränderung des Emissionsvermögens des Stiels das Gesetz der Erkaltung durch die Luft nicht ändert. Was die Strahlung in der ganzen Erstreckung der Scale betrifft, so erleidet sie in ihrem absoluten Werthe eine Verringerung, kann aber durch die Formel

$$ma^{\vartheta}(a^{t}-1)$$

nur unter der Bedingung vorgestellt werden, dafs m eine Variation erleidet ähnlich der, die wir schon nachwiesen, wie diefs aus nachstehenden Tafeln erhellen wird.

Geschwindigkeiten des versilberten cylindrischen Thermometers mit versilbertem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 24 Centimet., bei 14°,7, berichtigt wegen des eintretenden kalten Quecksilbers.

	Temperaturüberschüsse.						
	136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	60°,421	48°,87
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.						
0m,762		0°,12250	0°,10389	0°,08895		0°,05180	
0 ,216	0°,08685	0 ,07584	0 ,06448	0 ,05525	0 ,04727	0 ,03259	0°,02498
0 ,088	0 ,06432	0 ,05611	0 ,04776	0 ,04092	0 ,03496	0 ,02413	0 ,01870
0 ,069		0 ,05240				0 ,02223	
0 ,015		0 ,03119	0 ,02921			0 ,01474	

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel $ma^{\vartheta}(a^{t}-1)+np^{0,45}t^{1,233}$.

Temperaturüberschufs.						
136°,522	121°,757	107°,075	93°,88	82°,163	60°,421	48°,87

Man nimmt $log\, n = \overline{4},507000$ und $log\, m =$

$\overline{3},939941$	$\overline{3},970162$	$\overline{2},980368$	$\overline{2},004704$	$\overline{2},021948$	$\overline{2},036321$	$\overline{2},041175$

Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.						
0^m,762		0°,12214	0°,10409	0°,08886		0°,05185	
0 ,216	0°,08710	0 ,07614	0 ,06481	0 ,05546	0°,04727	0 ,03246	0°,02506
0 ,088	0 ,06424	0 ,05626	0 ,04787	0 ,04105	0 ,03504	0 ,02409	0 ,01862
0 ,069		0 ,05218				0 ,02236	
0 ,015		0 ,03435	0 ,02916			0 ,01485	

Erörterung.

§. III. — Mehre der vorstehenden Resultate weichen von den allgemein anerkannnten Gesetzen beträchtlich ab, und wir sind daher erst nach sorgsamer Erörterung, deren Hauptpunkte hier folgen, bei ihnen stehen geblieben.

Man wird bemerkt haben, dafs unsere Thermometer eine geringere Masse und einen geringeren Spielraum hatten, als die von Petit und Dulong. Mehre Gründe veranlafsten uns, für sehr hohe Temperaturüberschüsse dem Beobachten der Erkaltung zu entsagen, denn 1) hatten wir für die Arbeit, um derentwillen wir uns in diese Revision einliefsen, nicht absolut nöthig sie zu kennen; 2) fürchteten wir bei der Bestimmung dieser hohen Temperatur grobe Fehler zu begehen, da bekanntlich bei 300° C. die Berichtigung wegen des Stiels etwa 15° beträgt und bei dieser Berichtigung immer eine grofse Unsicherheit herrscht; 3) hätten wir ein fast zwei Kilogramme Quecksilber enthaltendes Thermometer anwenden müssen, und der Stiel eines solchen Thermometers ist ein wahres Gasrohr, dessen Graduirung uns nur wenig Genauigkeit zu versprechen schien; 4) endlich geht aus Hrn. Regnault's Untersuchungen hervor, dafs Quecksilberthermometer, wenn sie auch zwischen 0° und 100° übereinstimmen, doch bei 300° Unterschiede von 6 Graden in ihren Anzeigen liefern können.

Auch über unsere Rechnungsmethoden haben wir einige Bemerkungen zu machen. Um die Erkaltungsgeschwindigkeiten aus der gleichzeitigen Beobachtung der Zeiten und der Temperaturüberschüsse abzuleiten, verknüpfen Dulong und Petit beide durch die Formel:

$$T = A m^{\alpha x + \beta x^2}$$

worin x die Zeit, gezählt vom Moment wo der Temperaturüberschuſs $=A$ war, T der veränderliche Ueberschuſs, und m, α, β Constanten vorstellen. Diese Formel anwenden, heiſst, statt der Curve, deren Ordinaten die wirklichen Temperaturüberschüsse und deren Abscissen die entsprechenden Zeiten sind, eine andere sie in drei Punkten schneidende Curve nehmen, und durch die Neigung der Tangente an irgend einem Punkt dieser Constructions-Curve zu ersetzen die Neigung der Tangente am entsprechenden Punkt der wirklichen Curve. Es schien uns, daſs der Genauigkeitsgrad dieser Substitution mit der Lage des Punktes, für welche man sie mache, variire, und zwar ohne daſs es leicht zu ermitteln wäre. Die Newton'sche Formel

$$T=A\frac{A}{(\mu)^x}$$

schien uns bequemer und wenigstens eben so sicher, sobald man sie das Phänomen nur für eine kurze Strecke ausdrücken läſst. Nimmt man für die Geschwindigkeit immer auf der Curve, welche sie vorstellt, die Richtung der Tangente am mittleren Punkt unter denen, in welchen sie die wirkliche Curve schneidet, so kann man sich nur wenig von der Wahrheit entfernen. Die Anwendung dieser letzteren Formel läſst immer die unmittelbaren Resultate der Beobachtung durchblicken, da sie von dieser gleichsam nur die einfachste Regulirung ist. Um uns noch mehr Sicherheit zu verschaffen, haben wir endlich die Geschwindigkeiten noch nach einer anderen Methode berechnet. Die successiven Werthe von μ in Bezug auf die ganze Reihe von Interpolationsformeln, die zur Berechnung der Geschwindigkeiten eines selben Versuches dienen, wachsen regelmäſsig mit dem Temperaturüberschuſs. Daraus erhellt, daſs wenn man in der Newton'schen Formel setzt:

$$\mu=(a+bT)$$

man das Phänomen in gröſserem Umfange, und, theoretisch, mit gröſserer Genauigkeit darstellen muſs. Wir haben also angenommen, die Temperaturüberschüsse und die Zeiten seyen verknüpft durch die Relation:

$$T = A \frac{1}{(a + bT)^x}$$

und die nach dieser neuen Formel berechneten Geschwindigkeiten stimmten mit den ersteren.

Als Zeiteinheit haben wir immer die Secunde angenommen. Daraus folgt, dafs die Geschwindigkeiten in sehr kleinen Gradbrüchen ausgedrückt sind; sie wären durch gröfsere Zahlen ausgedrückt worden, wenn wir die Minute zur Einheit genommen hätten; doch das ist ganz gleichgültig. Der mögliche Fehler bei jeder Geschwindigkeit ist ein gewisser Bruch von deren absolutem Werth, wie grofs dieser letztere auch sey.

Mehrmals haben wir im Laufe der Versuche die Lage des Nullpunkts unserer Thermometer geprüft. Ueberdiefs haben wir uns durch Rechnung überzeugt, dafs auch bei möglichster Vergröfserung desjenigen Theils der Unsicherheiten, der von zufälligen Verschiebungen des Nullpunkts herrühren kann, niemals ein merklicher Fehler für die Geschwindigkeiten daraus entspringt.

Man mufs indefs auf die Bestimmung der Zeit eine grofse Schärfe verwenden [1]). Denn ein Fehler in der Messung der Zeit zwischen zwei Momenten, in welchen die zur Berechnung einer Geschwindigkeit dienenden Temperaturüberschüsse A und A' stattfanden, wirft sich proportional auf die Gröfse dieser Geschwindigkeit, wie man aus folgender Formel ersieht:

$$V = \frac{A + A'}{2} \quad \frac{lA - lA'}{x}.$$

Da jedoch die folgende Geschwindigkeit durch die Formel

$$V' = \frac{A' + A''}{2} \quad \frac{l'A - lA''}{x'}$$

berechnet wird, so zieht ein Fehler in x einen anderen im entgegengesetzten Sinn für x' herbei. Wenn also die erste

1) Wir bedienten uns meistens einer guten Secundenuhr, deren Gang sorgfältig verglichen war; überdiefs haben wir alle unsere Versuche controlirt, indem wir sie mit dem Chronometer No. 58 von Winnerl, den wir der Güte des Hrn. Blanchet verdankten, wiederholten.

Digitized by Google

Geschwindigkeit ein wenig zu grofs gefunden worden, so wird die zweite ein wenig zu klein, und davon überzeugt man sich leicht.

Endlich kann man, durch Wiederholung der Versuche, mit Hülfe von Mittelwerthen zu einer Genauigkeit gelangen, die eine einzige Beobachtung niemals zu geben vermag.

Es giebt eine andere Fehlergattung, gegen welche man sich kaum anders als durch oftmalige, zweckmäfsig geleitete Wiederholungen schützen kann. Welche Sorgfalt man nämlich auch treffe, so wird eine Metallfläche doch bei häufiger Erhitzung sich nach einer gewissen Zahl von Versuchen zuletzt immer verändern. Will man also mit einem versilberten oder vergoldeten Thermometer eine Reihe vergleichbarer Beobachtungen machen, so mufs man sich gegen diese Veränderungen in Acht nehmen. Bei der Unmöglichkeit, sie zu verhüten, haben wir gesucht den Augenblick zu erkennen, wo sie einzutreten anfangen. Zu dem Ende haben wir einen Probeversuch oftmals bei niederer Temperatur wiederholt, und wenn eine merkliche Veränderung seiner Dauer uns eine Veränderung in der Oberfläche anzeigte, erneuten wir diese und führten sie in ihren ersten Zustand zurück.

Die gröfste Abweichung zwischen den Resultaten von Dulong und Petit und den unsrigen findet sich in der Form des Strahlungsgesetzes bei Metallflächen. Bei diesen Flächen hat der Coëfficient m, nach uns, einen mit steigender Temperatur abnehmenden Gang. Die Abnahme ist beträchtlich; wie man sich erinnert, ist für das eine unserer Thermometer versilbert mit versilbertem Stiel:

bei 150° C. $m = 0,00870$
- 63 $m = 0,01090$

für dasselbe Thermometer versilbert, aber mit nacktem Stiel:

bei 150° C. $m = 0,0108$
- 75 $m = 0,0134$.

Für dasselbe Thermometer vergoldet, mit nacktem Stiel:

bei 150° C. $m = 0,01086$
- 63 $m = 0,01324$.

Da

Digitized by Google

Da die Tafeln, die zu diesen Zahlen führen, genau so wie die von **Dulong** und **Petit** berechnet wurden, so fragt es sich, wie die Thatsache, die sie so klar aussprechen, diesen geschickten Beobachtern entgehen konnte. Um uns darüber aufzuklären, haben wir alle in ihrer Abhandlung enthaltenen Zahlen sorgfältig geprüft, und dabei folgende Bemerkungen zu machen Gelegenheit gehabt.

Dulong und Petit führen nur vier mit versilberten Thermometern gemachte Versuche an, und blofs von drei derselben geben sie die beobachteten Geschwindigkeiten. Der eine wurde in Wasserstoffgas mit dem kleinsten ihrer Thermometer angestellt; der Druck war $0^m,74$ und die Temperatur der Hülle 20°. Ihre Resultate waren folgende:

Temperaturüberschufs des versilberten Thermometers.	Gesammte Erkaltungsgeschwindigkeiten dieses Thermometers.	Erkaltungsgeschwindigkeiten	
		die im Vacuo stattgefunden hätten.	vom Wasserstoff herrührend.
80°	19°,59	1°,77	17°,82
60	13 ,97	1 ,29	12 ,68
40	8 ,62	0 ,87	7 ,75
20	3 ,74	0 ,37	3 ,37

Dasselbe Thermometer mit natürlicher Oberfläche lieferte ihnen folgende Resultate:

Temperaturüberschufs des nackten Thermometers.	Gesammte Erkaltungsgeschwindigkeiten dieses Thermometers.	Erkaltungsgeschwindigkeiten	
		die im Vacuo stattgefunden hätten.	vom Wasserstoff herrührend.
80°	22°,96	5°,96	17°,93
60	16 ,14	3 ,14	12 ,60
40	9 ,87	2 ,18	7 ,69
20	4 ,28	0 ,95	3 ,33

Wenn m sich nicht mit der Temperatur ändert, müssen die in diesen beiden Tafeln aufgeführten Geschwindigkeiten im Vacuo durch die Formel

$$m a^{\vartheta}(a^t - 1)$$

ausgedrückt werden können, folglich mufs man, wenn man die bei 80° beobachtete Geschwindigkeit durch die bei 60°, bei 40° oder bei 20° beobachtete dividirt, die Quotienten erhalten:

$$\frac{a^{80}-1}{a^{60}-1}\ ,\ \frac{a^{80}-1}{a^{40}-1}\ ,\ \frac{a^{80}-1}{a^{20}-1}\ ,$$

d. h. alle Rechnung gemacht:

1,45 , 2,36 , 5,11.

Beim nackten Thermometer ist diefs auch wirklich der Fall; die Quotienten der Geschwindigkeiten im Vacuo sind:

1,42 , 2,31 , 5,29.

Beim versilberten Thermometer findet sich die Gleichheit nicht mehr; die Quotienten der Geschwindigkeiten im Vacuo sind:

1,37 2,03 4,78.

Diese letzteren Quotienten sind beträchtlich kleiner, wie sie es seyn müssen, wenn *m* beim Silber mit sinkender Temperatur zunimmt.

Die in diesen Tafeln enthaltenen Zahlen führen auf eine andere Weise zur Kenntnifs der Veränderung von *m*.

Dividirt man die für das Vacuum geltenden und einem gleichen Temperaturüberschufs entsprechenden Erkaltungsgeschwindigkeiten des nackten und des versilberten Thermometers durch einander, so mufs man, nach Dulong und Petit, constante Quotienten finden, wie auch der Temperaturüberschufs sey. Nach uns dagegen müssen dieselben mit sinkender Temperatur abnehmen. Hier die successiven Werthe derselben:

80°	60°	40°	20°
2,84	2,74	2,50	2,57.

Man kann auch die Bemerkung nicht unterdrücken, dafs der gröfste dieser Quotienten kaum die Hälfte ist von der Zahl 5,707, die für alle Temperaturen als constantes Verhältnifs zwischen dem Strahlungsvermögen des Glases und des Silbers gegeben worden ist [1]). Wollten wir eine Muthmafsung wagen, so würden wir sagen, dafs in diesem Fall der nackte Stiel des Thermometers, welches sehr klein war, einen so grofsen Antheil an der Strahlung hatte, dafs der von ihm erzeugte Effect nahe gleich war dem der Kugel im versilberten Zustande.

1) *Journal de l'Ecole polytechnique, Cah. XVIII, p* 284.

Digitized by Google

Die beiden anderen in der Abhandlung von **Dulong** und **Petit** angeführten Versuche wurden mit deren großsen Thermometer angestellt, unter dem Druck der Atmosphäre oder einem sehr wenig davon verschiedenen Druck.

Es leuchtet also ein, dafs sie die Erkaltung des Silbers hauptsächlich unter starken Drucken beobachtet haben. Nun sind aber Versuche, unter diesen Umständen angestellt, am wenigsten geeignet, eine Veränderung von m nachzuweisen. In freier Luft ist die gesammte Erkaltungsgeschwindigkeit eines Thermometers mit versilberter Kugel sechs und ein halbes Mal gröfser als die Geschwindigkeit der Strahlung. Will man also alle bei einem solchen Versuch beobachteten Geschwindigkeiten durch die Rechnung vorstellen, so kann man diefs mit grofser Annäherung, wenn man für m einen Werth annimmt, der unter denen, die sich natürlich an den Enden der Reihe darbieten, der mittlere ist. Um diefs bis zur Evidenz zu beweisen, haben wir einen unserer mit vergoldetem Thermometer unter dem Druck 0^m,755 angestellten Versuche auf diese Weise berechnet, und die so gefundenen Resultate mit denen der directen Beobachtung verglichen.

Erkaltungsgeschwindigkeiten des vergoldeten Thermometers in der Hülle bei 14°,7.

	Temperaturüberschüsse.					
	136°,52	121°,76	107°,07	93°,88	82°,16	48°,87
Druck.	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
0^m,755	0°,14434	0°,124769	0°,10669	0°,091336	0°,07786	0°,041235

Geschwindigkeiten, berechnet mit $log\, n = \overline{4},508$ und $log\, m = \overline{2},0796509$.

	Temperaturüberschüsse.					
	136°,52	121°,76	107°,07	93°,88	82°,16	48°,87
Druck.	Berechnete Geschwindigkeiten.					
0^m,755	0°,1468	0°,1258	0°,10747	0°,09103	0°,07701	0°,04048

1) Der erstere dieser Versuche, der auch zu Anfange ihrer Studien über die Erkaltung mittelst Gase (*Journ. de l'école polytechn. Cah. XVIII,*

Abgerechnet die beiden äufsersten Geschwindigkeiten, bleibt die Uebereinstimmung im Allgemeinen in den Hunderteln.

Dagegen würde es ganz unmöglich seyn, die unter beträchtlich geringerem Drucke, als der atmosphärische, angestellten Versuche in der Hypothese der Constanz von *m* auf eine leidliche Weise auszudrücken. Als Beispiel nehmen wir ein unter dem Druck 0^m,088 angestellten Versuch:

Geschwindigkeiten des vergoldeten cylindrischen Thermometers mit nacktem Stiel, beobachtet im Ballon von 0^m,24 bei 14°,7 und unter 0^m,088 Druck.

Temperaturüberschüsse.

136°,52	121°,76	107°,07	93°,88	82°,16	60°,88	48°,87

Beobachtete Geschwindigkeiten.

0°,0689	0°,05946	0°,05078	0°,04343	0°,03706	0°,02566	0°,01973

Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta}(a^{t}-1)+n p^{0,45} t^{1,233}$ mit $\log m = \bar{2},079509$ und $\log n = \bar{4},050800$.

Temperaturüberschüsse.

136°,52	121°,76	107°,07	93°,88	82°,16	60°,88	48°,87

Berechnete Geschwindigkeiten.

0°,712	0°,0610	0°,514	0°,0434	0°,0366	0°,0249	0°,01917

Die Unterschiede sind ungeheuer; sie würden es noch mehr seyn, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man Versuche unter noch geringeren Drucken anstellte.

Poisson nahm an, es könne zwischen der Temperatur eines Körpers und der einer dünnen leitenden Schicht, die ihn bekleidet, ein beträchtlicher Unterschied stattfinden. Dieser Unterschied scheint desto gröfser seyn zu müssen, je mehr die Temperatur des Körpers die der Hülle, in welcher er erkaltet, übersteigt. Wir haben gesucht, ob man nicht in der Hypothese, wo das Gesetz von Dulong

p. 269) vorkommt, hat ihnen, wie uns scheint, dazu gedient, für 200° bis 100° die Tafel zu berechnen, die sie kurz vorher, *p.* 261, geben, um das Gesetz der Erkaltung in einer luftleeren Hülle bei 20° aufzustellen. Der zweite findet sich am Ende ihrer Abhandlung, *p.* 285.

Digitized by Google

und Petit die Erkaltung im Vacuo eines Körpers, dessen Temperatur in jedem Augenblick an allen seinen Punkten gleich ist, ausdrücken würde, sich mittelst einer solchen Ungleichheit die von uns beobachteten Variationen von *m* erklären könnte.

Aus den vorhin gegebenen Tafeln der Versuche ist einleuchtend, dafs wenn man z. B. mit dem bei 48 Grad Ueberschufs bestimmten Werth von *m* den Ausdruck

$$m a^{\vartheta}(a^{136}-1)$$

berechnete, man für die Geschwindigkeit im Vacuo bei 136° einen weit höheren als den direct beobachteten Werth finden würde. Wir haben diesen Unterschied durch eine Abnahme des Coëfficienten *m* erklärt. Man könnte ihn auch erklären, wenn man eine Verringerung von *t* annähme, das heifst, einen Temperaturunterschied zwischen der äufsersten Hülle und dem Reservoir. Allein dieser Unterschied müfste, wie man leicht sich überzeugen kann, auf etwa 25 Grad steigen.

Ein solcher Werth ist unstatthaft, und dennoch giebt der befolgte Gang ihn noch zu gering; denn wenn die Gleichheit nicht zwischen der Temperatur des Silbers und der des Thermometers bei 136 Grad Ueberschufs subsistirt, ist sie auch nicht mehr in absoluter Weise bei 48 Grad vorhanden, und dann ist der angenommene Werth des Coëfficienten *m* noch zu klein.

Wir wissen es uns übrigens nicht zu erklären, weshalb man *m* constant finden soll, sobald die strahlende Fläche eine Kienrufsschicht ist, oder selbst aus Glas besteht.

Wenn man endlich festsetzt, dafs bei der Erkaltung die Metallschicht eine niedrigere Temperatur als das Thermometer haben müsse, so mufs auch bei der Erwärmung das Umgekehrte stattfinden. Dann würde, wie uns scheint, ein jeder Grund, den man geben könnte, um im ersten Fall die Variation von *m* von diesem Temperaturunterschied abhängen zu lassen, gültig seyn, um zu beweisen, dafs *m* bei der Erwärmung ebenfalls wachsen müsse, wenn der Temperaturunterschied abnimmt, d. h. wenn die absolute Tem-

peratur steigt. Nun zeigt der Versuch aber nichts dem Aehnliches, vielmehr zeigt er, dafs *m* immer zu wachsen strebt, wenn die absolute Temperatur des Thermometers steigt.

So wird man auf die einzige annehmbar scheinende Hypothese zurückgeführt, dafs das Emissionsvermögen der Metalle sehr veränderlich sey.

Betrachtung über die zur Bestimmung der beobachteten Geschwindigkeiten angewandten Correctionsmethoden.

Vollständige Berichtigung der beobachteten Geschwindigkeiten wegen Wiedereintritt des kalten Quecksilbers, Veränderung der Masse und der Wärmecapacität des Quecksilbers.

Die wichtige Thatsache der Veränderung von *m*, und überhaupt alle die, welche wir in dem Vorhergehenden bestätigten oder feststellten, würden noch stehen bleiben, wenn man an den beobachteten Geschwindigkeiten die ganze, wegen Veränderung der Masse und der Wärmecapacität des Quecksilbers erforderliche Berichtigung anbrächte. Um darüber keinen Zweifel übrig zu lassen, wollen wir hier mehre Tafeln der mit dieser Berichtigung so vollständig wie möglich bestimmten Geschwindigkeiten herschreiben, und zeigen, dafs sie immer sehr genau durch eine und dieselbe Formel ausgedrückt werden können. Nur wird man sie etwas variiren sehen mit der Potenz des Temperaturüberschusses, welcher das erkältende Vermögen eines Gases proportional ist.

Die mittlere Wärmecapacität des Quecksilbers ist 0,033 zwischen 0° und 100°, und 0,035 zwischen 0° und 300°. Nimmt man an, sie verändere sich proportional mit der Temperatur, so folgt aus diesen Zahlen, dafs bei 50° ihr mittlerer Werth 0,033 ist, und dafs derselbe für eine Temperaturerhöhung von 100° um etwa $\frac{1}{16}$ zunimmt. Um demnach die bei 150° beobachteten Geschwindigkeiten vergleichbar zu machen mit anderen, mit demselben Thermometer bei 50° beobachteten, mufs man die ersteren, wegen der veränderlichen Wärmecapacität des Quecksilbers, um $\frac{1}{16}$

vergröfsern, und andererseits mufs man sie, wie leicht zu ersehen, wegen der Veränderung der Masse, um etwa $\frac{1}{64}$ vermindern. Diese Erläuterung wird hinreichend zeigen, wie die folgenden Zahlen erhalten worden sind.

Geschwindigkeiten des versilberten cylindrischen Thermometers mit versilbertem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 24 Centimet., bei 14°,7, berichtigt wegen Rücktritt des kalten Quecksilbers, Veränderung der Masse [1]) und der Wärmecapacität.

	Temperaturüberschüsse.				
	136°,522	121°,757	93°,88	60°,421	48°,8
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.				
0m,762		0°,12726	0°,09147	0°,05238	
0 ,216	0°,09100	0 ,07891	0 ,05680	0 ,03303	0°,02516
0 ,088	0 ,06739	0 ,05838	0 ,04208	0 ,02444	0 ,01884
0 ,069		0 ,05445	0 ,03939	0 ,02259	
0 ,015		0 ,03553		0 ,01491	

Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta}(a^{t}-1)n + p^{0.45} t^{1,28}$.

	Temperaturüberschüsse.				
	136°,522	122°,757	93°,88	60°,421	48°,8
	Man nimmt $\log n = \overline{4},4236$ und $\log m =$				
	$\overline{3},9699527$	$\overline{3},9942188$	$\overline{2},0263581$	$\overline{2},050559$	$\overline{2},0653825$
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.				
0m,762		0°,12688	0°,09127	0°,05259	
0 ,216	0°,09107	0 ,07903	0 ,05697	0 ,03283	0°,02519
0 ,088	0 ,06728	0 ,05849	0 ,04224	0 ,02435	0 ,01881
0 ,069		0 ,05433	0 ,03926	0 ,02263	
0 ,015		0 ,03578		0 ,01497	

Geschwindigkeiten des nackten cylindrischen Thermometers, beobachtet im geschwärzten Ballon von 0m,24 bei 14°,7, berichtigt wegen Rücktritt des kalten Quecksilbers, Veränderung der Masse und der Capacität.

Temperaturverhältnisse.		
107°,075	70°,527	40°,185

1) Im Allgemeinen haben wir alle mit dem cylindrischen Thermometer beobachteten Geschwindigkeiten auf diejenigen zurückgeführt, welche sie gewesen wären, wenn der Behälter immer die bei 48° in ihm vorhandene Quecksilbermasse enthalten hätte. Dieser Vergleichungspunkt ist übrigens begreiflicherweise willkührlich.

Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.		
0m,765	0°,1899	0°,10890	0°,05348
0 ,215	0 ,1514	0 ,08547	0 ,04196
0 ,0879	0 ,1337	0 ,07549	0 ,03715
0 ,0237	0 ,1189	0 ,06626	0 ,03273

Um diese Geschwindigkeiten auszudrücken, wird man zu der Annahme geführt, dafs der Effect der Luft proportional sey der Potenz 1,26 des Temperaturüberschusses und der Potenz 0,45 des Drucks.

Was die Werthe von *m* betrifft, so sind sie nicht mehr constant bei jeder Temperatur. Sie nehmen mit sinkender Temperatur ab, und diese Veränderung, welche die umgekehrte von der bei den Metallen stattfindenden ist, ist zu stark, als dafs man sie durch Annahme des Mittels aus den an beiden Enden der Reihe stattfindenden Werthen von *m* verschwinden machen könnte. Man wird diefs aus dem Anblick der beiden folgenden Tafeln ersehen. Bei der ersten ist die Variation von *m* zugelassen, bei der zweiten hat man sie zu vermeiden gesucht.

Geschwindigkeiten des nackten cylindrischen Thermometers, berechnet nach der Formel $m a^{\vartheta}(a^{t}-1)+n p^{0,45} t^{1,26}$.

Man nimmt $\log n = \overline{4},451$ und $\log m =$

	Temperaturüberschüsse.		
	107°,075	70°,527	40°,185
	$\overline{2},8449000$	$\overline{2},8378000$	$\overline{2},8297000$
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.		
0m,765	0°,1901	0°,1087	0°,05359
0 ,215	0 ,1507	0 ,08543	0 ,04213
0 ,0879	0 ,1338	0 ,07541	0 ,03721
0 ,0237	0 ,1186	0 ,0664	0 ,03279

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet für alle Temperaturen mit $\log m = \overline{2},8341791$ und $\log n = \overline{4},451000$.

	Temperaturüberschüsse.		
	107°,075	70°,527	40°,185

Digitized by Google

Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.		
0^m,765	0^0,1877	0^0,1082	0^0,0539
0 ,215	0 ,1483	0 ,08497	0 ,0424
0 ,0879	0 ,1314	0 ,07498	0 ,0375
0 ,0237	0 ,1162	0 ,0660	0 ,0331

Aus diesen verschiedenen Tafeln geht klar hervor, dafs die Berichtigung wegen Veränderung der Wärmecapacität des Quecksilbers die allgemeine Form des Erkaltungsgesetzes nicht ändert, und die Veränderung des Verhältnisses der Emissionsfähigkeiten des Glases und der Metalle nicht hindert. Endlich leuchtet ein, dafs sie die Ungleichheit der erkaltenden Wirkung der Luft auf die beiden Substanzen bestehen läfst. Man kann die Correctionsmethode noch ferner verändern, ohne dafs diese Folgerungen ungültig werden.

Berichtigung der beobachteten Geschwindigkeiten, blofs wegen Rücktritts des kalten Quecksilbers und wegen Veränderung der Masse.

Alle in dieser Abhandlung angeführten Tafeln und viele andere, die wir zur Vermeidung von Längen nicht hieher setzen, wurde berechnet mit blofser Rücksicht auf die Massenveränderung und die aus dem Rücktritte des kalten Quecksilbers erfolgende Temperatursenkung, und ungeachtet der sehr beträchtlichen Unterschiede, die aus dieser anderen Berechnungsweise der Geschwindigkeiten entspringen, haben wir daraus dieselben allgemeinen Folgerungen abgeleitet. Nur die Werthe der Constanten *n*, *m* und des Exponenten von *t* erleiden einige Aenderung. Diefs wird leicht aus dem Anblick der folgenden Tafeln erhellen.

Geschwindigkeiten des versilberten cylindrischen Thermometers mit versilbertem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 0^m,24 bei 14^0,7, berichtigt wegen Rücktritt des kalten Quecksilbers und wegen Massenveränderung, aber nicht wegen Aenderung der Wärmecapacität.

	Temperaturüberschüsse.				
	136^0,522	121^0,757	60^0,421	37^0,000	30^0,092
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.				
0^m,762		0^0,1209	0^0,05159		
0 ,216	0^0,08565	0 ,07496	0 ,03253	0^0,01846	0^0,01427
0 ,088	0 ,06343	0 ,05546	0 ,02408		
0 ,069		0 ,05173	0 ,02216	0 ,01295	0 ,01010
0 ,0152		0 ,03375	0 ,01469		

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta} (a^{t} - 1) + n p^{0,45} t^{1,233}.$$

Drucke.	Temperaturüberschüsse.				
	136°,522	121°,757	60°,421	37°,000	30°,092
Man nimmt $log\, n = \overline{4},5035$ und $log\, m =$	$\overline{3},9269836$	$\overline{0},9592445$	$\overline{2},0402410$	$\overline{2},0952544$	$\overline{2},1032310$
	Berechnete Geschwindigkeiten.				
0^m,762		0°,1209	0°,05156		
0 ,216	0°,0858	0 ,0751	0 ,03232	0°,01846	0°,01430
0 ,088	0 ,0632	0 ,0554	0 ,02402		
0 ,069		0 ,05149	0 ,02231	0 ,01294	0 ,01006
0 ,0152		0 ,03379	0 ,01485		

Geschwindigkeiten des versilberten kugelförmigen Thermometers mit versilbertem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von 0^m,24 bei 14°,7, berichtigt wegen Rücktritt des kalten Quecksilbers und wegen der Massenveränderung, aber nicht wegen der Wärmecapacität des Quecksilbers.

Drucke	Temperaturüberschüsse.					
	90°,311	77°,0	66°,28	57°,23	40°,85	33°,48
	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
0^m,314		0°,05528	0°,04586	0°,03858	0°,02581	0°,02040
0 ,156	0°,05260	0 ,04343	0 ,03605	0 ,03043	0 ,02038	0 ,01609
0 ,076	0 ,04210	0 ,03466	0 ,02902	0 ,02424	0 ,01651	0 ,01313

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta} (a^{t} - 1) + n p^{04,5} t^{1,233}.$$

Drucke	Temperaturüberschüsse.					
	90°,311	77°,0	66°,28	57°,23	40°,85	33°,48
Man nimmt $log\, n = \overline{4},5400$ und $log\, m =$	$\overline{2},07919$	$\overline{2},093763$	$\overline{2},101302$	$\overline{2},112150$	$\overline{2},138916$	$\overline{2},147049$
	Berechnete Geschwindigkeiten.					
0°,314		0°,05524	0°,04598	0°,03856	0°,02586	0°,02040
0 ,156	0°,05270	0 ,04346	0 ,03619	0 ,03039	0 ,02047	0 ,01618
0 ,076	0 ,04200	0 ,03167	0 ,02889	0 ,02429	0 ,01645	0 ,01303

Geschwindigkeiten des versilberten kugelförmigen Thermometers mit nacktem Stiel, beobachtet im Ballon von $0^m,24$ bei $14^0,7$, berichtigt wie die vorgehenden.

	Temperaturüberschüsse.					
	$90^0,311$	$77^0,0$	$66^0,28$	$57^0,23$	$40^0,85$	$33^0,48$
Drucke	Beobachtete Geschwindigkeiten.					
$0^m,314$	$0^0,06846$	$0^0,05651$	$0^0,047$	$0^0,03948$	$0^0,02652$	$0^0,02098$
0 ,156	0 ,05492	0 ,04519	0 ,03778	0 ,03173	0 ,02132	0 ,01698
0 ,076	0 ,04446	0 ,03668	0 ,03080	0 ,02587	0 ,01749	0 ,01386
0 ,022	0 ,03612	0 ,02989	0 ,02502	0 ,02107	0 ,01430	0 ,01137
0 ,005	0 ,02591	0 ,02144	0 ,01806	0 ,01534	0 ,01062	0 ,00852

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta}(a^t-1)+n p^{0,45} t^{1,233}.$$

	Temperaturüberschüsse.					
	$90^0,311$	$77^0,0$	$66^0,28$	$57^0,23$	$40^0,85$	$33^0,48$
	Man nimmt $\log n = \overline{4},5175$ und $\log m =$					
	$\overline{2},189913$	$\overline{2},203322$	$\overline{2},215429$	$\overline{2},224639$	$\overline{2},244131$	$\overline{2},256996$
Drucke	Berechnete Geschwindigkeiten.					
$0^m,314$	$0^0,06841$	$0^0,05637$	$0^0,04707$	$0^0,03948$	$0^0,02647$	$0^0,02098$
0 ,156	0 ,05482	0 ,04521	0 ,03781	0 ,03174	0 ,02135	0 ,01699
0 ,076	0 ,04463	0 ,03684	0 ,03084	0 ,02593	0 ,01753	0 ,01399
0 ,032	0 ,03609	0 ,02989	0 ,02501	0 ,02106	0 ,01431	0 ,01147
0 ,005	0 ,02591	0 ,02147	0 ,01807	0 ,01527	0 ,01049	0 ,00849

Die in diesen Tafeln angewandten Werthe von n, welche man direct aus den Beobachtungen abgeleitet hat, um die Geschwindigkeiten eines und desselben versilberten kugelförmigen Thermometers auszudrücken, sind beträchtlich verschieden je nachdem dessen Stiel nackt oder versilbert war. Vielleicht ist es zweckmäfsig zu bemerken, dafs man, ohne den Einklang zwischen den beobachteten und berechneten Geschwindigkeiten merklich zu ändern, nehmen kann, im ersten Fall $\log n = \overline{4},524$ und im anderen $\log n = \overline{4},534$, dabei übrigens dieselben Werthe der Exponenten beibehaltend, und dafs man des wahren Werthes von $\log n$ für das versilberte Thermometer mit versilbertem Stiel sicherer

seyn würde, wenn man mit diesem Thermometer Versuche unter schwachen Drucken gemacht hätte. Endlich sind die obigen Tafeln sehr geeignet zu zeigen, welchen Einflufs auf die Erkaltungsgeschwindigkeit eines Thermometers das Emissionsvermögen seines Stieles haben kann; wir haben übrigens schon auf diesen Punkt aufmerksam gemacht. Wir schliefsen die Prüfung des Einflusses, den die besprochene Correctionsmethode haben kann, mit Anführung der Resultate, die mittelst eines geschwärzten Thermometers erhalten wurden.

Geschwindigkeiten des geschwärzten kugelförmigen Thermometers im Ballon von 0m,24 bei 14°,7, berichtigt wegen Rücktritt des kalten Quecksilbers und wegen Veränderung der Masse, aber nicht wegen Veränderung der Wärmecapacität des Quecksilbers.

	Temperaturüberschüsse.			
	66°,28	47°,03	40°,85	33°,48
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.			
0m,156	0°,08598	0°,05637	0°,04725	
0 ,076	0 ,07849	0 ,05180	0 ,04354	
0 ,028	0 ,07183	0 ,04748	0 ,03956	0°,03168
0 ,005		0 ,04318	0 ,03667	0 ,02901

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta}(a^{t}-1)+n p^{0,45} t^{1,233}$$

Man nimmt

$log\, n = \overline{4},5204300$ und $log\, m = \overline{2},8934409$.

	Temperaturüberschüsse.			
	66°,28	47°,03	40°,85	33°,48
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.			
0m,156	0°,08559	0°,05611	0°,04742	
0 ,076	0 ,07860	0 ,05153	0 ,04357	
0 ,028	0 ,07198	0 ,04719	0 ,03992	0°,03168
0 ,005		0 ,04311	0 ,03649	0 ,02899

Von den Resultaten, die man erhält, wenn man die Geschwindigkeiten ganz unberichtigt läfst.

Um alle möglichen Fälle zu untersuchen, haben wir auch gesucht, die Reihe der ohne alle Berichtigung bestimmten Geschwindigkeiten durch die Dulong-Petit'schen

Formel auszudrücken, und sind dahin ohne Schwierigkeit gelangt.

Geschwindigkeiten des versilberten cylindrischen Thermometers mit versilbertem Stiel, beobachtet im geschwärzten Ballon von $0^m,24$ Durchmesser bei $14^0,7$ ohne alle Berichtigung.

	Temperaturüberschüsse.			
	$121^0,757$	$93^0,88$	$60^0,4$	$48^0,874$
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.			
$0^m,216$	$0^0,07734$	$0^0,05608$	$0^0,03291$	$0^0,02517$
0 ,088	0 ,05722	0 ,04154	0 ,02436	0 ,01885

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta} (a^t - 1) + n p^{0,45} t^{1,26}.$$

	Temperaturüberschüsse.			
	$121^0,757$	$93^0,88$	$60^0,4$	$48^0,874$
	Man nimmt $\log n = \bar{4},4563$ und $\log m =$			
	$\bar{3},9833851$	$\bar{2},0199406$	$\bar{2},0669902$	$\bar{2},0695193$
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.			
$0^m,216$	$0^0,07735$	$0^0,05610$	$0^0,03280$	$0^0,02519$
0 ,088	0 ,05721	0 ,04610	0 ,02448	0 ,01882

Wir geben hier noch zwei neue Tafeln von Erkaltungsgeschwindigkeiten, die in einer geschwärzten Hülle von 15 Centimeter Durchmesser, und mit einem cylindrischen Thermometer, kleiner als das gewöhnlich angewandte, beobachtet wurden.

Diese Geschwindigkeiten sind weder wegen der aus dem Rücktritt des kalten Quecksilbers entstehenden Temperatursenkung, noch wegen Veränderung der Masse, noch wegen Veränderung der Wärmecapacität berichtigt, und dennoch wird ihre Gesammtheit durch die Dulong-Petit'sche Formel sehr gut ausgedrückt.

Geschwindigkeiten eines nackten cylindrischen Thermometers, kleiner als das zu den vorherigen Versuchen angewandte, beobachtet im geschwärzten Ballon von 15 Centimet. bei 4°,9, ohne alle Berichtigung.

	Temperaturüberschüsse.				
	107°,64	99°,289	83°,9	44°,1	32°,004
Drucke.	Beobachtete Geschwindigkeiten.				
0m,742		0°,1855	0°,1484	0°,06612	0°,04526
0 ,322	0°,1743	0 ,1549	0 ,1249	0 ,05542	0 ,03796
0 ,159			0 ,1102	0 ,04909	0 ,03368
0 ,080		0°,1259	0 ,1003	0 ,04451	0 ,03060
0 ,040		0 ,1163	0 ,0923	0 ,04094	0 ,02812
0 ,0194		0 ,1092	0 ,08707	0 ,03891	0 ,02694
0 ,0098		0 ,1072	0 ,08596	0 ,03864	
0 ,003		0 ,1059	0 ,08399	0 ,03754	0 ,02607

Dieselben Geschwindigkeiten, berechnet nach der Formel

$$m a^{\vartheta}(a^{t}-1)+n p^{0,45} t^{1,233}$$

mit

$$log\, m=\overline{2},8859529 \text{ und } log\, n=\overline{4},5647500.$$

	Temperaturüberschüsse.				
	107°,64	99°,289	83°,9	44°,1	32°,004
Drucke.	Berechnete Geschwindigkeiten.				
0m,742		0°,1841	0°,1477	0°,06614	0°,04524
0 ,322	0°,1730	0 ,1550	0 ,1240	0 ,05561	0 ,03803
0 ,159			0 ,1099	0 ,04924	0 ,03373
0 ,080		0 ,1253	0 ,0999	0 ,04470	0 ,03068
0 ,040		0 ,1161	0 ,0924	0 ,04132	0 ,02840
0 ,0194		0 ,1092	0 ,0868	0 ,03878	0 ,02669

Die Resultate also, zu welchen man durch Anwendung einer eigenthümlichen Correctionsmethode geführt ward, haben also noch Bestand, wenn man dieselbe sogar sehr bedeutend modificirt. Da es schwer hält genau zu sagen, welche Correction den Vorzug verdiene, so begreift man, daſs es unerläſslich ist, alle Hypothesen zu prüfen, um zu Folgerungen zu gelangen, die Zutrauen verdienen.

Wir schlieſsen diese Discussion durch eine letzte Bemerkung über die Veränderung von *m*. Unstreitig besitzt die allgemeine Formel

$$V=m a^{\vartheta}(a^{t}-1)+n p^{c} t^{b}$$

eine gewisse Geschmeidigkeit. Sollte man diese nicht benutzen können, um, durch eine zweckmäfsige Abänderung im Werthe des Exponenten von *t*, die Variation zu verhüten, welche *m* bei Metallflächen erleidet? Wir glauben diefs verneinen zu können. In der That ändert man diesen Exponenten so bedeutend und willkührlich als es geschehen müfste, um das Ziel zu erreichen, so findet man für *n* Werthe, die mit der Temperatur in einem ungeheuren Verhältnifs abnehmen, und sehr mifsstimmende Zahlen für die Effecte der Strahlung, die bei einer und derselben Temperatur, aber unter sehr verschiedenen Drucken beobachtet sind.

Endlich braucht man nicht zu fragen, ob eine Veränderung im Werthe von *a* zu immer constanten Werthen von *m* führe. Denn es ist ersichtlich, dafs jede Aenderung an diesem Werthe, die *m* für die Metalle constant machte, es für Glas und Kienrufs veränderlich machen würde.

Um in wenig Worten den Inhalt des ganzen ersten Theils unserer Arbeit zusammenzufassen, sagen wir:

1) Dafs uns das Dulong-Petit'sche Gesetz vollkommen richtig zu seyn scheint, sobald es die Erkaltung eines nackten oder geschwärzten Thermometers ausdrücken soll.

2) Dafs es, wie uns scheint, wenn es sich um die Erkaltung eines vergoldeten oder versilberten Thermometers handelt, zwei Abänderungen erleiden mufs, eine wegen der Wirkung der Luft (die uns bei Metallflächen etwas gröfser zu seyn scheint), die andere wegen der Strahlung (die Gröfse *m*, welche man als proportional dem Emissionsvermögen betrachtet, variirt sehr nahe mit der Temperatur).

3) Diese Folgerungen bleiben dieselben, auf welche Weise man auch die beobachteten Geschwindigkeiten berichtigen möge.

(Schlufs in einem der nächsten Hefte.)

VIII. *Bestimmung der Kohlensäure in Salzverbindungen; von C. Brunner, Vater.*

Die Bestimmung der Kohlensäure in ihren Verbindungen geschieht meistens durch Glühen, wenn die Verbindung der Art ist, daſs sie in der Glühhitze die Säure vollständig abgiebt. Wird dabei zugleich Wasser entwickelt, so muſs die Quantität dieses letzteren entweder durch einen besonderen Versuch bestimmt und von dem Glühverlust abgezogen, oder bei dem Glühen selbst durch eine passende Vorrichtung aufgefaſst und in Rechnung gebracht werden.

Bei solchen Verbindungen, wo diese Methode nicht Anwendung finden kann, pflegt man die Kohlensäure durch eine stärkere Säure, z. B. durch Schwefelsäure, auszutreiben, und wiederum aus dem dabei sich zeigenden Gewichtsverluste mit Bedachtnahme auf das allfällig damit entweichende Wasser, welches man in diesem Falle durch eine passende Substanz zurückzuhalten sucht, zu bestimmen. Apparate zu dieser Bestimmungsmethode haben unter andern Rose und neuerlich Fresenius beschrieben.

Wie man leicht einsieht, so erhält man nach allen diesen Verfahrungsarten das Resultat immer auf negative Art, nämlich durch einen Gewichtsverlust. Da man gewiſs mit Recht alle solche negative Methoden mit positiven auszutauschen versucht, so theile ich hier eine solche mit, die mir in den meisten Fällen anwendbar scheint.

In das Gläschen (Taf. II, Fig. 36) *a* wird die zu behandelnde Substanz gebracht, und mit einer passenden Menge, z. B. einer Unze, Wasser übergossen, hierauf das Fläschchen mit einem gut passenden Korkstöpsel, welcher mit drei Röhren versehen ist, verschlossen, und wenn man es nöthig findet, verkittet. Die gerade aufsteigende Röhre trägt oben einen kleinen Trichter zum Eingieſsen der Schwefelsäure, die zweite, mit zwei Kugeln versehene, ist mit ihrer rechtwinklichen Biegung mit einem etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll

wei-

weiten, und, um mehr Raum zu gewinnen, ebenfalls zwei Erweiterungen tragenden Röhre *bc*, worin sich Amianth mit Schwefelsäure getränkt befindet, in Verbindung, die dritte endlich führt doppelt gebogen in die grofse leere Flasche. Zum bequemeren Einsetzen kann diese irgendwo, z. B. in ihrer Mitte, durchschnitten und die beiden Theile durch Kautschuck oder durch einen guten Kork verbunden seyn. Die beiden in die Flüssigkeit *a* eintauchenden Röhren sind an ihren unteren Enden zu feinen, etwas seitwärts gebogenen Spitzen ausgezogen. Die Röhre *be* enthält in ihrem, etwa $\frac{3}{4}$ bis 1 Zoll weiten Raume *bd* gut gebrannten, mit Wasser leicht befeuchteten Kalk, von *d* bis *e* Amianth oder Bimsteinstückchen mit Schwefelsäure getränkt, von dem Kalk durch einen leichten Pfropf von trocknem Amianth getrennt. In dem kleinen Wulfeschen Fläschchen *f* befindet sich Kalkwasser.

Der Versuch geschieht nun auf folgende Art: In das Glöckchen *a* wird durch die Trichterröhre, bei geschlossenem Hahn *g*, ein wenig Schwefelsäure eingegossen. Da diese nicht von selbst herunterfliefst, so wird durch leichtes Ansaugen mit dem Munde bei *h* das Einfliefsen befördert. Nun wird die Gasentwicklung, die sich durch aufsteigende Bläschen und durch die durch das Kalkwasser in *f* durchströmende Luft zu erkennen giebt, abgewartet; alsdann wird wieder ein Antheil Säure nachgegossen, und auf diese Art fortgefahren, bis man annehmen darf, einen guten Ueberschufs von Säure hineingebracht zu haben. Ist dieses erreicht, so wird durch Oeffnen des Hahns *g* Wasser, worin etwas ätzendes Kali gelöst worden, in die Flasche fliefsen gelassen, wodurch ein Luftstrom durch das Gläschen *a* geführt wird, der die theils in der Flüssigkeit, theils in dem oberen Raum des Gläschens enthaltene Kohlensäure nach der Röhre *be* führt. Da jedoch dieses ohne einige Anwendung von Wärme niemals vollständig geschehen würde, so wird zuletzt das Gläschen *a* in ein kleines Schälchen mit warmem Wasser getaucht, wel-

ches man durch eine kleine Lampe, so lange als man es nöthig findet, warm erhält.

Es ist zu empfehlen den Luftstrom so zu reguliren, dafs etwa zwei Gasblasen in der Secunde durch das Kalkwasser dringen. Man wird nie finden, dafs dasselbe im mindesten getrübt wird. Kaum dürfte es nöthig seyn zu bemerken, dafs die Schwefelsäure in *bc* die Bestimmung hat, die von dem Gase aus *a* mitgebrachte Feuchtigkeit zurückzuhalten, so wie das dem Wasser, welches in die grofse Flasche fliefst, zugesetzte Kali die Kohlensäure der atmosphärischen Luft absorbiren soll, dafs endlich die Gewichtszunahme von *be* das gesuchte Resultat giebt.

Mehrere nach dieser Methode ausgeführte Bestimmungen geben völlig befriedigende Resultate.

1,771 Grm. frisch geglühtes, im verschlossenen Platintiegel erkaltetes kohlensaures Kali gaben 0,564 Kohlensäure. Das Atom Kali =590, das Kohlensäure-Atom =275 gesetzt, hätte man 0,563 erhalten sollen.

1,705 eines sehr reinen Magnesits gaben 0,870 Kohlensäure =51,026 Proc.

Bern, im April 1846.

IX. *Ueber chromsaures Chromoxyd; von C. Rammelsberg.*

Vermischt man eine Auflösung von Chromalaun mit der von neutralem chromsauren Kali, so bringen die ersten Partien eine braunrothe Färbung hervor; später entsteht ein lebhaft brauner Niederschlag, über welchem eine intensiv gelb gefärbte Flüssigkeit steht. Er läfst sich mit kaltem Wasser aussüfsen, so dafs dasselbe zuletzt ungefärbt abfliefst.

Diese Verbindung löst sich in Chlorwasserstoffsäure mit gelbgrüner Farbe; Ammoniak schlägt dann Chromoxyd nie-

der und läfst Chromsäure aufgelöst. Mit Salpetersäure liefert sie eine braune Auflösung, welche gegen Ammoniak gleiches Verhalten zeigt. Verdünnte Schwefelsäure löst sie beim Kochen langsam mit brauner Farbe auf. Mit Kalilauge digerirt, wird sie leicht in Chromoxyd und Chromsäure zerlegt. Ammoniak greift sie nicht an.

Zur Analyse wurden 0,81 der lufttrocknen Substanz, welche bis 100° nur unbedeutend am Gewicht verliert, zuerst im Trockenapparat bis 140° erhitzt, wobei sie 0,066 =8,15 Proc. Wasser verlor. Von der so getrockneten wurden 0,735 in einer kleinen Retorte mit Chlorcalciumvorlage geglüht, und dadurch noch 0,098 Wasser, so wie 0,604 grüner Rückstand erhalten, welcher beim Glühen im Platintiegel sich auf 0,584 reducirte, und sich wie reines Chromoxyd verhielt.

Hiernach enthält die Verbindung:

Wasser	20,50
Chromoxyd	74,07
Sauerstoff	5,43
	100.

Sie besteht folglich aus 2 At. Chromsäure, 3 At. Chromoxyd und 9 At. Wasser, $\dddot{\text{Ȼ}}^3 \dddot{\mathrm{Cr}}^2 + 9\dot{\text{Ħ}}$, und enthält demgemäfs:

Wasser	19,70
Chromoxyd	74,46
Sauerstoff	5,84
	100.

Hier sind 8 At. Chrom gegen 15 At. Sauerstoff vorhanden, was auf die Vermuthung führen könnte, dafs dieser Körper ein Hydrat von $\ddot{\mathrm{Cr}}$ wäre. Diefs ist jedoch nicht der Fall, da die Formel $\ddot{\mathrm{Cr}} + \dot{\text{Ħ}}$, die einzig wahrscheinliche, 17,55 Wasser, 74,65 Chromoxyd und 7,80 Sauerstoff verlangt.

Digitized by Google

X. *Ueber die Zersetzungsproducte des oxalsauren Eisenoxyduls in höherer Temperatur;* *von C. Rammelsberg.*

Die Angaben über das Verhalten des oxalsauren Eisenoxyduls beim Erhitzen in verschlossenen Gefäfsen sind sehr von einander abweichend.

Nach Magnus [1]) ist der Rückstand metallisches Eisen, welches pyrophorische Eigenschaften besitzt, wenn man das Salz nicht zu stark erhitzt hatte.

Döbereiner [2]) hingegen fand, dafs dieser Rückstand aus Eisenoxyd, Eisenoxydul und Kohleneisen besteht. 100 Th. Salz lieferten ihm 38,8 bis 39,4 Proc. desselben, so wie aufserdem 21,6 Proc. Wasser und 78,8 Kubikzoll Gas, in welchem 3 Vol. Kohlensäure gegen 2 Vol. Kohlenoxyd enthalten waren. Demnach wäre die Gasmenge =39,16 Proc. Beim Verbrennen des Rückstands erhielt er etwa 2,5 Kubikzoll Kohlensäure.

Das oxalsaure Eisenoxydul ist, nach Döbereiner's und meinen früheren Versuchen [3]), $\dot{\mathrm{Fe}}\dddot{\mathrm{C}}+2\dot{\mathrm{H}}$, und seine Zusammensetzung:

Eisenoxydul	40,03	$=\dddot{\mathrm{Fe}}$ 44,47 $=$ Fe 31,15
Oxalsäure	39,98	
Wasser	19,99	
	100 [4]).	

2,419 Grm. des bei 120° getrockneten Salzes wurden in einer kleinen Retorte allmälig bis zum Glühen erhitzt. Der schwarze Rückstand betrug 1,012 =41,83 Proc. des Salzes, ziemlich übereinstimmend mit Döbereiner's An-

1) Diese Annalen, Bd. 3, S. 88.
2) Schweigg. Journal, Bd. 62, S. 96.
3) Diese Annalen, Bd. 46, S. 283.
4) Atomgewicht Fe=350,53

gabe, und Beweis genug, dafs er nicht metallisches Eisen seyn konnte.

Er wurde nun in einem Strom Sauerstoffgas verbrannt, und die Kohlensäure in einem Kaliapparat gesammelt. Hierdurch erhielt ich 1,072 Eisenoxyd =44,31 Proc. des Salzes und 0,029 Kohlensäure =0,008 Kohlenstoff, so dafs dieser Rückstand aus 41,83 Eisen und Sauerstoff +0,03 Kohle bestand.

Da nun das Salz 31,15 Eisen enthält, so sind in 41,83 —0,33=41,5 enthalten: Eisen 31,15; Sauerstoff 10,35 oder in 100 Theilen:

Eisen	75,06
Sauerstoff	24,94
	100.

Diefs entspricht einer Verbindung $Fe^6 O^7$ oder $4\dot{F}e + \dddot{F}e$, welche besteht aus:

Eisen	75,03
Sauerstoff	24,97
	100.

100 Th. dieser Verbindung müssen beim Verbrennen 107,14 $\dddot{F}e$ liefern. Der Versuch gab 106,77. Die kleine Menge Kohle ist ohne Zweifel nur beigemengt.

Was die entwickelten Gase betrifft, so müssen dieselben 13,00 Kohlenstoff und 25,18 Sauerstoff enthalten, d. h. ungefähr aus 5 Vol. Kohlenoxyd und 4 Vol. Kohlensäure bestehen.

XI. *Notiz über das bei der Darstellung des Acetons als Nebenproduct gewonnene brenzliche Oel; von W. Heintz.*

Bekanntlich ist von Kane [1]) der ölartige Körper, welcher bei der Destillation des essigsauren Kalks neben Ace-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 44, S. 494.

ton gewonnen wird, untersucht worden. Er sonderte durch fractionirte Destillation einen Körper ab, welcher fast farblos war, einen starken durchdringenden empyreumatischen Geruch besafs, und unverändert bei etwa 120° C. kochte. Diesen Körper nannte Kane *Dumasin*, und stellte für ihn eine aus einer Elementaranalyse berechnete und durch eine Bestimmung der Dampfdichte controlirte Formel auf. Seine Zusammensetzung wird danach durch die Formel $C^{10}H^{8}O$ ausgedrückt. Dieser Körper wäre also dem Kampher isomer. Auch seine Dampfdichte ist, nach Kane, der des Kamphers ganz gleich.

Die Entstehung dieses Körper aus dem essigsauren Kalke ist nicht recht verständlich, wenn man bedenkt, dafs bei der trocknen Destillation des essigsauren Kalks weder eine Sauerstoffaufnahme noch -abgabe stattfinden, dafs nur Kohlensäure und Wasser gebildet werden kann. Es müfste also die Bildung von Kane's Dumasin allein durch Kohlensäure und Wasserabgabe erklärt werden können. Diefs ist aber auf keine Weise möglich.

Kane hat zur Darstellung des Acetons aus Holzessig bereiteten essigsauren Kalk angewendet, und es ist möglich, dafs, wie er selbst schon bevorwortet, die brenzlichen Producte, welche in den essigsauren Kalk aus dem Holzessig mit übergegangen seyn konnten, Einflufs auf die Erzeugung des von ihm Dumasin genannten Stoffs gehabt haben können.

Vor Kurzem erhielt ich durch die Güte eines hiesigen Apothekers, welcher Aceton in gröfserer Masse dargestellt hatte, etwas über ein Loth des brenzlichen Products der trocknen Destillation einer Mischung von zwei Theilen Bleizucker und einem Theil Kalk. Die in dem Vorhergehenden enthaltenen Zweifel an der Richtigkeit der Angabe von Kane veranlafsten mich, diese freilich nur geringe Menge der Substanz dazu zu benutzen, um mich davon zu überzeugen, ob sie gegründet seyn möchten oder nicht. Die ölartige Flüssigkeit, welche mir zur Untersuchung vorlag, war bräunlich, ziemlich dünnflüssig, in Wasser nicht löslich, in Alkohol und Aether dagegen auflöslich.

Meine erste Sorge war, das Oel von noch etwa anhängendem Aceton und Wasser zu befreien. Zu dem Ende schüttelte ich es mehrfach anhaltend mit Wasser und schied das Oel davon möglichst ab. Dann trocknete ich es mittelst geschmolzenen Chlorkaliums anhaltend, gofs es von demselben ab, und kochte es noch einige Minuten an der Luft, um die letzte Spur von Aceton zu entfernen. Das so gereinigte Oel wurde nun höchst vorsichtig destillirt, und zwar so, dafs immer nur kleine Portionen des Destillates für sich aufgefangen wurden. Es fing etwa bei 120° bis 130° C. an zu kochen, und der Siedpunkt stieg allmälig immer höher bis gegen 300° C.

Die beiden ersten Portionen des Destillats waren vollkommen farblos, die späteren immer mehr gefärbt, bis endlich eine dicke, schwärzliche, theerartige Masse in der Retorte zurückblieb.

Die beiden ersten Portionen der Destillation gaben bei der Analyse genau übereinstimmende Resultate.

0,2222 Grm. des ersten Destillats gaben 0,602 Grm. Kohlensäure und 0,2041 Grm. Wasser. Diefs ist gleich 0,1642 Grm. oder 73,90 Proc. Kohlenstoff und 0,0227 Grm. Wasserstoff oder 10,22 Proc. [1])

Aus 0,2832 Grm. des zweiten Destillats erhielt ich 0,7668 Grm. Kohlensäure und 0,2599 Grm. Wasser, diefs entspricht 0,2091 Grm. oder 73,83 Proc. Kohlenstoff und 0,0289 Grm. oder 10,20 Proc. Wasserstoff.

	I.	II.	Berechnet.	
Kohlenstoff	73,90	73,83	73,47	6 C
Wasserstoff	10,22	10,20	10,20	5 H
Sauerstoff	15,88	15,97	16,33	1 O
	100	100	100.	

Den Rest dieser beiden Portionen des destillirten Oeles unterwarf ich einer erneuerten, sehr vorsichtig geleiteten Destillation, um wo möglich noch eine geringe Verunreinigung, durch welche ich die zwischen den berechneten und gefundenen Zahlen noch obwaltenden Differenzen erklären zu können hoffte, abzuscheiden.

1) C = 75, H = 12,5.

Das so erhaltene vollkommen farblose Oel gab in der That bei der Verbrennung Zahlen, die mit den berechneten vollkommen genau übereinstimmten.

Aus 0,2843 Grm. dieser Substanz erhielt ich 0,7665 Grm. Kohlensäure und 0,264 Grm. Wasser. Diefs entspricht 0,209 Grm., oder 73,51 Proc. Kohlenstoff und 0,0293 Grm. oder 10,32 Proc. Wasserstoff.

0,1752 Grm. desselben Oels lieferten 0,4719 Grm. Kohlensäure und 0,1622 Grm. Wasser. Hieraus findet man durch Rechnung 0,1287 Grm., oder 73,46 Proc. Kohlenstoff, und 0,018 Grm. oder 10,29 Proc. Wasserstoff.

	I.	II.	Berechnet.	
Kohlenstoff	73,51	73,46	73,47	6 C
Wasserstoff	10,32	10,29	10,20	8 H
Sauerstoff	16,17	16,25	16,33	O
	100	100	100.	

Die Zusammensetzung des Körpers ist also genau die des von Kane Mesitäther oder Methyloxyd genannten, von Berzelius aber mit der Bezeichnung Oenyloxyd belegten Aethers des Acetons. Auch seine Eigenschaften stimmen damit vollkommen überein. Ich kann sie fast mit denselben Worten wiedergeben, mit denen Kane den Mesitäther beschreibt. Dieser Körper ist durchsichtig, farblos, von aromatischem, einem ätherischen Oele ähnlichen Geruch (Kane sagt, der Geruch lasse sich mit dem des Pfeffermünzöls vergleichen). Er brennt mit leuchtender, rufsender Flamme und kocht bei etwa 120° bis 130° C. Genauer konnte ich, wegen der geringen Menge der reinen Substanz, den Kochpunkt nicht bestimmen. Ich glaube daher, dafs die Identität beider Substanzen wohl keinem Zweifel mehr unterworfen ist. Das specifische Gewicht des Dampfes dieses Körpers konnte ich leider nicht bestimmen, da mir zu wenig davon zu Gebote stand. Diese Beschreibung des Oenyloxyds pafst jedoch eben so gut zu der, welche Kane für das Dumasin giebt, denn auch dieses kocht, nach ihm, bei 120° C. ist durchsichtig, farblos, einem ätherischen Oele ähnlich riechend, in Alkohol und Aether lös-

lich, in Wasser unlöslich, auch wurde der von mir untersuchte Körper, mit Salpetersäure gekocht, fest, und in eine Säure umgewandelt, wie diefs Kane von dem Dumasin angiebt. Diese Säure löste sich in Kalihydrat mit dunkelrother Farbe auf, und wurde aus dieser Lösung durch eine stärkere Säure wieder niedergeschlagen. Es ist daher wahrscheinlich, dafs Kane's Dumasin nichts anderes als ein noch unreines Oenyloxyd war. Dafür spricht auch, dafs der von ihm erhaltene Körper nicht ganz farblos und von brenzlichem Geruch war. Auch stimmen die von Kane gefundenen Zahlen, wenn sie nach dem neuen Atomgewicht des Kohlenstoffs und Wasserstoffs ($C=75$, $H=12,5$) berechnet werden, sehr wenig mit dem aus seiner Formel berechneten überein:

	Gefunden.	Berechnet	
C	77,74	78,95	C^{10}
H	10,45	10,53	H^{8}
O	11,81	10,53	O.

Vielleicht war ein brenzliches Oel aus dem Holzessig, welcher zur Darstellung des bei der Acetonbereitung angewendeten essigsauren Kalks benutzt worden war, in den analysirten Theil des Destillats mit übergegangen, dessen Kochpunkt dem des Oenyloxyds gleich war, so dafs es durch fractionirte Destillation von demselben nicht geschieden werden konnte.

Um mich nun zu überzeugen, ob nicht vielleicht in den ferneren Destillationsproducten des rohen Oels ein Stoff abgesondert seyn möchte, der der von Kane für das Dumasin angegebenen Zusammensetzung entspräche, analysirte ich die folgenden fractionirten Portionen des Destillats.

Ich erhielt folgende Zahlen:

	III.	IV.	V.	VI.
Kohlenstoff	74,64	75,51	77,62	79,66
Wasserstoff	10,40	10,34	9,40	8,77
Sauerstoff	14,96	14,15	12,98	11,57
	100	100	100	100.

Man sieht hieraus, dafs der Kohlenstoffgehalt dieser Oele

stets gröſser, der Wasserstoffgehalt dagegen geringer wird, je später das Oel aufgefangen war. Aber keins der Resultate der Analysen entsprach der Zusammensetzung, welche Kane für sein Dumasin angiebt. Ja, man darf sogar nicht annehmen, daſs die von mir analysirten Oele Mischungen von Oenyloxyd mit Dumasin gewesen seyn möchten, denn dann würde bei den später destillirten Theilen desselben der Wasserstoffgehalt nicht so gering, und der Kohlenstoffgehalt nicht so hoch haben ausfallen können, wie man aus obiger Tafel sieht. Ich glaube daher annehmen zu dürfen, daſs in dem bei der Darstellung von Aceton aus Bleizucker und Kalkerde erhaltenen brenzlichen Oel kein Körper enthalten ist, dessen Zusammensetzung der von Kane für das Dumasin aufgestellten Formel entspräche.

Es thut mir leid, daſs ich durch die geringe Menge des mir zu Gebote stehenden Materials gehindert worden bin, die Resultate obiger Analysen durch genauere Untersuchung des analysirten Oenyloxyds, namentlich durch genauere Bestimmung seines Siedpunkts, seiner Dampfdichte etc., zu bestätigen.

Ich behalte mir dieſs vor, wenn einmal mehr des Materials mir zu Gebote stehen wird.

XII. *Ueber das Spratzen des Silbers;* *von Heinrich Rose.*

Samuel Lucas hat zuerst die richtige Ursache der merkwürdigen Erscheinung erkannt, welche man das Spratzen des Silbers nennt. Er zeigte, daſs während des Schmelzens das Silber Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft aufnimmt und denselben beim Erkalten entweichen läſst, wobei durch die zuerst erstarrte Oberfläche Auswüchse aus demselben entstehen [1]).

Chevillot bestätigte bald darauf diese Entdecknng [2]), und später zeigte Gay-Lussac, daſs die Absorption des Sauerstoffs durch das geschmolzene Silber auch dann stattfindet, wenn man auf dasselbe kleine Mengen von Salpeter wirft [3]).

Versuche von Regnault haben es sogar wahrscheinlich gemacht, daſs durch die Absorptionsfähigkeit des geschmolzenen Silbers für Sauerstoff, dieses Metall bei der Weiſsglühhitze das Wasser zersetzen und durch den aus dem Wasser aufgenommenen Sauerstoff zum Spratzen gebracht werden könne [4]).

Die neusten Bemerkungen über das Spratzen des Silbers sind von Levol. Er zeigte, daſs beim Abtreiben des kupferhaltigen Silbers auf der Capelle dieselbe Bleioxyd und Kupferoxydul aufnimmt, nicht Oxyd, und daſs ein Theil des Oxyduls durch den vom Silber absorbirten und beim Erstarren abgegebenen Sauerstoff in Oxyd verwandelt wird [5]). Diese Thatsache erklärt, daſs das Spratzen des Silberregulus auf der Capelle viel häufiger eintritt,

1) *Annales de chimie et de physique*, Bd. 12, S. 402.

2) Ebendaselbst, Bd. 13, S. 299.

3) Ebendaselbst, Bd. 45, S. 221.

4) Ebendaselbst, Bd. 62, S. 367.

5) Journ. für pract. Chemie, Bd. 36, S. 366.

wenn derselbe aus reinem, als aus kupferhaltigem Silber entstanden ist. — Levol widerlegt ferner die in den Lehrbüchern enthaltene Thatsache, dafs das goldhaltige Silber nicht spratze, eine Bemerkung, die auch schon vor längerer Zeit mein Bruder bei seinen Untersuchungen über die Legirungen des Silbers und Goldes gemacht hat.

Man hat bis jetzt die Erscheinungen des Spratzens nur beobachtet, wenn die Oberfläche des Silbers mit der atmosphärischen Luft in Berührung ist. Aber sie können noch unter ganz anderen Umständen stattfinden.

Schmilzt man einen Regulus von reinem Silber unter einer Decke von Potasche oder von Kochsalz, oder von einem Gemenge von beiden Salzen, so findet man nach dem Erkalten und dem Zerschlagen des Tiegels den Regulus mit ebener blanker Oberfläche unter der Salzdecke.

Wirft man aber auf die geschmolzene Masse einige Krystalle von Salpeter oder von salpetersaurem Natron und läfst das Ganze langsam erkalten, so findet man, dafs der Silberregulus unter der geschmolzenen Decke des Salzes auf dieselbe Weise gespratzt hat, als wenn das Silber allein, ohne Salzdecke beim Zutritt der Luft geschmolzen und erkaltet wäre. Die Decke des Salzes hatte gewöhnlich bei meinen Versuchen eine Höhe von drei bis vier Zoll. Da das specifische Gewicht der angewandten Salze mehr als das Doppelte vom Wasser ist, so war der Druck, unter welchem das Spratzen stattfand, aufser dem der Atmosphäre, nicht ganz so bedeutend wie von einem Fufs Wasser oder von einem Zoll Quecksilber.

Der Sauerstoff, welchen das Silber unter der Decke des Salzes aufgenommen hatte, ist ihm durch das salpetersaure Salz zugeführt worden. Es ist hierbei bemerkenswerth, dafs der Sauerstoff aus demselben bis zu dem Silber auf dem Boden des Tiegels hat dringen können, da der Salpeter ein leichteres specifisches Gewicht hat, sowohl als Kochsalz wie auch als Potasche. Und wäre auch sein specifisches Gewicht etwas schwerer als das der genannten Salze, so würde doch während der Sauerstoffentwicklung der

Digitized by Google

sich zersetzende Salpeter auf der Oberfläche des geschmolzenen Salzes erhalten werden. Die geschmolzenen Salze müssen sich daher wie zwei Salzauflösungen von ungleichem spec. Gewicht innig mischen, wenn das salpetersaure Salz noch nicht allen Sauerstoff verloren hat, der aus demselben, wenn es nicht mit leicht verbrennlichen Körpern in Berührung gebracht wird, sich nur langsam entwickelt.

Damit das Spratzen des Silbers unter einer dicken Salzdecke vor sich gehen kann, ist es nothwendig, dafs dieselbe aus leicht schmelzbaren Salzen besteht, und dafs das Silber früher erstarren kann, ehe dieselbe ihren flüssigen Aggregatzustand verliert.

Vermehrt man nach dem Zusatze des salpetersauren Salzes das Feuer sehr stark, so findet man oft nach dem Erkalten den Regulus mit ebener Oberfläche. Diefs geschieht aber wohl nur dann, wenn das Spratzen schon stattgefunden hatte, und der Regulus von Neuem zum Schmelzen gebracht worden ist.

Wenn Chlorsilber durch Schmelzen mit kohlensaurem Alkali reducirt wird, so hat der erhaltene Regulus stets eine vollkommen ebene Oberfläche. Man kann fragen, warum in diesem Falle kein Spratzen stattfindet, da bei der Reduction sich neben Kohlensäuregas auch Sauerstoffgas entwickelt, das von dem reducirten Silber aufgenommen werden könnte. Aber die Zersetzung des Chlorsilbers durch kohlensaures Alkali findet schon bei einer so niedrigen Temperatur statt, dafs bei derselben nicht einmal das alkalische Chlormetall, noch viel weniger das Silber geschmolzen zu seyn braucht. Wenn die Temperatur darauf bis zu dem Punkte erhöht wird, dafs das Silber zum Schmelzen gebracht wird, so ist lange vorher schon das Sauerstoffgas entwichen.

Es findet daher auch kein Spratzen des Silbers unter einer dicken Salzdecke statt, wenn man auf die geschmolzene Masse eine Substanz wirft, die zu schnell Sauerstoffgas entwickelt, wie chlorsaures Kali. Ich habe vermittelst desselben unter denselben Verhältnissen, wie ich die sal-

petersauren Alkalien anwandte, nie ein Spratzen des Silbers bewirken können; auch wenn es in bedeutender Menge genommen wurde.

Dahingegen kann das zweifach chromsaure Kali ein Spratzen des Silbers veranlassen, wenn man Krystalle dieses Salzes in einen Tiegel bringt, in welchem feines Silber unter einer dicken Decke von Kochsalz zum Schmelzen gebracht worden ist. Es bildet sich hierbei Chromoxyd, das nach Auflösung des Kochsalzes und des entstandenen einfach chromsauren Kalis als feine talkartige Schüppchen erhalten werden kann, welche den Blättchen von manchem Chloritschiefer ähnlich sind.

Schmilzt man Silber unter einer breiartigen Salzdecke, so findet kein Spratzen statt, auch wenn dem Metall hinreichend Sauerstoff zugeführt wird. Wirft man z. B. gepulverten Braunstein auf geschmolzenes Kochsalz, das über einem Regulus von feinem Silber fliefst, so lange, bis das Salz dadurch dickflüssig geworden ist, so findet man die Oberfläche des Silbers eben. Bisweilen indessen hatte der Regulus starke Verästelungen in die Höhe getrieben, die oft von der Länge eines Zolles waren. Aber diese gingen nur von dem Rande des Silbers aus, da wo dasselbe die Wände des Tiegels berührte; die Oberfläche des Metalls war auch in diesem Falle eben. Vielleicht hatte der Braunstein, der gegen Kochsalz ein bedeutend hohes specifisches Gewicht hat, beim Hineinwerfen Silber in die Höhe getrieben, das dann sogleich erstarrt war.

Hierbei fand immer ein Verlust an Silber statt. Ich sah mich daher genöthigt eine Reihe von Versuchen über die Einwirkung des Kochsalzes auf metallisches Silber anzustellen. Die Erscheinungen, die hierbei stattfinden, sind von Einflufs für die Erfolge, die bei den Processen thätig sind, welche mancher Methode der Amalgamation der Silbererze vorhergehen.

Schon Winkler hat gezeigt, dafs das metallische Silber in der lichten Rothglühhitze das Kochsalz zerlegt, dafs sich Chlorsilber bildet, und dafs die Menge des sich bil-

Digitized by Google

denden Chlorsilbers mit der Zartheit des metallischen Silbers steigt, welches mit dem Kochsalze in Berührung kommt [1]). Beim Rösten von feinem Blattsilber mit Kochsalz konnte er fast die ganze Menge des Metalls in Chlorid verwandeln; Silberfeile wurde aber nur zum Theil auf diese Weise verändert. Winkler giebt nicht an, welche Veränderung das Kochsalz, nachdem es das Chlor an das Silber abgetreten hat, erleidet.

Plattner hat später diese Versuche wiederholt und bestätigt. Er röstete ferner Gemenge von fein zertheiltem Silber und Kochsalz theils mit einem grofsen Ueberschufs von Eisenoxyd, theils mit Kupferoxyd; es wurde aber durch diese Zusätze die Menge des sich bildenden Chlorsilbers nicht vermehrt.

Ich habe die Versuche in Thontiegeln aus der Porcellanfabrik von Meifsen mit gut passenden Deckeln angestellt, so dafs der atmosphärischen Luft während des Versuchs nur ein sehr beschränkter Zutritt gestattet werden konnte.

Wurde ein Silberregulus mit Kochsalz in einem solchen Thontiegel lange in einem Windofen geschmolzen, so verflüchtigte sich ein grofser Theil des Kochsalzes; aber das geschmolzene Salz enthielt viel Chlorsilber, löste sich deshalb in vielem Wasser zu einer milchichten Flüssigkeit auf, die durch Zusatz von Ammoniak klar wurde. Aus der klaren ammoniakalischen Lösung schlugen Säuren das Chlorsilber wiederum nieder. Der Silberregulus hatte an Gewicht verloren.

Je länger das Schmelzen fortgesetzt wurde, desto gröfser war natürlich dieser Gewichtsverlust. Ein Regulus von 27,8 Grm. mit 4 Loth Kochsalz $2\frac{1}{2}$ Stunden bei sehr starker Hitze geschmolzen, hatte sich um 0,75 Grm., also um 2,7 Proc. vermindert. Während dieses langen Schmelzens war das Kochsalz vollständig verflüchtigt worden; der Regulus hatte nicht gespratzt, wahrscheinlich wohl, weil die letzten Theile des Salzes sich verflüchtigt hatten, als das Metall schon angefangen hatte zu erstarren.

1) Die europäische Amalgamation der Silbererze; von Winkler, S. 176.

Bei Versuchen, bei welchen das Erhitzen nicht so lange fortgesetzt wurde, und nur ein Theil des Kochsalzes sich verflüchtigt hatte, war der Gewichtsverlust nicht so bedeutend. Ein Silberregulus von 27,05 Grm. mit 8 Loth Kochsalz geschmolzen, hatte einen Gewichtsverlust von 0,35 Grm., also von 1,29 Procent erhalten. Derselbe noch einmal mit 6 Loth Kochsalz geschmolzen, wog 0,3 Grm. weniger, der Gewichtsverlust betrug also 1,12 Proc.

In beiden Fällen war zwar die Auflösung des Kochsalzes stark milchicht, und es setzte sich aus ihr viel Chlorsilber ab, aber sie zeigte sich gegen die Reagenzpapiere nicht im Mindesten alkalisch. Die filtrirte Auflösung gab, mit salpetersaurer Quecksilberoxydulauflösung im Uebermaafs versetzt, nur, wie reine Kochsalzauflösung, einen vollkommen weifsen Niederschlag. Andererseits entwickelte der geschmolzene Silberregulus, mit Wasser in Berührung gebracht, durchaus keine Gasbläschen, so dafs man fragen kann, auf welche Weise sich das Natrium abgeschieden hat. Offenbar hat sich dasselbe als Natron mit den entweichenden Dämpfen des Kochsalzes verflüchtigt. Diefs ist wenigstens glaublicher als dafs es mit der Masse des Tiegels ein Silicat gebildet hat.

Jene Ansicht wird dadurch wahrscheinlicher gemacht, dafs die Bildung des Chlorsilbers durch Schmelzung von Kochsalz und Silber vermehrt wird, wenn man in der schmelzenden Masse die Oxydation des Natriums begünstigt. Ein Silberregulus von 38,9 Grm. wurde mit 8 Loth Kochsalz geschmolzen; in die geschmolzene Masse wurde Braunstein geworfen. Der Gewichtsverlust des Silbers betrug 0,7 Grm. oder 1,8 Procent. Der procentische Verlust wäre unstreitig noch höher ausgefallen, wenn eine geringere Menge des Silbers angewandt wäre, denn gewifs ist hierbei, um eine gröfsere Menge von Chlorsilber zu erhalten, die Masse des Silbers gleichgültiger, als die des Kochsalzes, und als die Dauer des Schmelzens. Das Kochsalz hatte sehr viel Chlorsilber aufgenommen, aber die filtrirte Auflösung zeigte sich auch in diesem Falle nicht im Mindesten alkalisch, auch hatte

hatte sich nicht die geringste Spur von Chamaeleon minerale gebildet. Die ganze Menge des Natrons war also im Entstehungsmomente abgeschieden worden.

Die gleichzeitige Anwesenheit von Natron und von Chlorsilber in der geschmolzenen Masse ist auch in sofern nicht gut möglich, da beide bekanntlich sich augenblicklich auf trocknem Wege zersetzen. Die Bildung des Chlorsilbers wird also nur dadurch bedingt, dafs das Natron in dem Maafse abgesondert wird, als es entsteht.

Wird Silber mit Kochsalz geschmolzen und in die geschmolzene Masse Krystalle von salpetersaurem Natron geworfen, so hat man freilich auch einen, wiewohl geringen Verlust von Silber. Aber dieser Verlust rührt von dem Spratzen des Silbers her, wodurch sehr kleine Metallkügelchen beim Zerschlagen des Tiegels eingesprengt in der Salzmasse gefunden werden. In derselben ist kein Chlorsilber aufzufinden; sie reagirt auch in der Auflösung stark alkalisch.

Eben so wenig bildet sich Chlorsilber, wenn ein Silberregulus mit einem Gemenge von Kochsalz und kohlensaurem Natron geschmolzen, und in die geschmolzene Masse salpetersaures Natron geworfen wird. Der Gewichtsverlust des Silbers ist unbedeutend, beträgt kein halbes Procent, und entsteht durch eine Menge von kleinen, schon mit den Augen, besser durch die Lupe, sichtbaren Silberkügelchen, die durch das Spratzen in die Salzmasse gedrungen sind.

Eben so wie das Silber kann auch das Kupfer das Kochsalz zersetzen. Wird reines Kupfer unter einer Kochsalzdecke geschmolzen, so entweichen die Kochsalzdämpfe mit azurblauer Flamme; die zurückbleibende Salzmasse aber sieht fast wie reines geschmolzenes Kochsalz aus. In Wasser aufgelöst, giebt sie eine etwas milchichte Trübung, aber reagirt nicht alkalisch. Sie löst sich klar in Ammoniak, die Auflösung ist schwach blau, aber durch's Stehen wird die blaue Farbe intensiver. In dem Kochsalz ist also Kupferchlorür enthalten.

Schmilzt man eine Legirung von Silber und von Kupfer mit Kochsalz, so wird nur, selbst wenn das Silber in der

Digitized by Google

Verbindung vorwaltet, Kupferchlorür, nicht Chlorsilber gebildet, und das Kupfer schützt das Silber gegen den Angriff durch das Salz. Ich wandte zu diesen Versuchen 12löthiges Silber (Preufsische Thaler) an.

Die Auflösung der Salzmasse ist auch in diesem Falle nie alkalisch. Aber die Verflüchtigung des Kochsalzes und die Bildung des Kupferchlorürs ist weit beträchtlicher, wenn der Versuch in Thontiegeln, als in hessischen Tiegeln angestellt wird. Offenbar wird diese Wirkung durch die gröfsere Porosität der Thontiegel hervorgebracht. — Ein Preufsischer Thaler mit 6 Loth Kochsalz im Thontiegel geschmolzen, zeigte einen Verlust von 0,43 Grm. oder von 1,93 Proc. — Die Legirung noch einmal mit 7 Loth Kochsalz in einem hessischen Tiegel ungefähr eben so lange geschmolzen, gab einen Verlust von nur 0,15 Grm. oder von 0,69 Proc.

Aufser dem Silber zeigen beim Erstarren Kupfer und Wismuth Erscheinungen, die mit dem Spratzen des Silbers einige Aehnlichkeit haben. Aber die Ursache derselben ist, wie schon Karsten gewifs sehr richtig bemerkt, unstreitig eine andere wie beim Silber [1]).

Beim Erstarren des Goldes hat man nie ein Spratzen bemerken können. Auch ich habe diese Erscheinung bei dem Golde nicht wahrgenommen, als ich einen Regulus von diesem Metalle auf ähnliche Weise, wie ich es beim Silber gethan hatte, unter einer Decke von Potasche und Kochsalz schmolz, und auf die geschmolzene Masse Salpeter warf.

Ich habe sehr oft bedeutende Mengen von Quecksilber zum Erstarren gebracht, aber dabei nie eine Erscheinung bemerken können, die Aehnlichkeit mit dem Spratzen des Silbers haben konnte.

Dagegen hat man in neueren Zeiten bemerkt, dafs das

1) Karsten's System der Metallurgie, Bd. 5, S. 470.

geschmolzene Bleioxyd Sauerstoff, wie das geschmolzene Silber, absorbirt, und denselben beim Erstarren abgiebt [1]).

XIII. *Ueber das von farbigen Körpern reflectirte Licht; von Dr. Botzenhart.*

Assistenten der Physik am polytechnischen Institut zu Wien.

(Briefliche Mittheilung.)

— Wenn man das von gefärbten Körpern durch Reflexion uns zugesendete Licht mittelst der in Ihren schätzbaren Annalen, Bd. 65, S. 4, beschriebenen dichroskopischen Lupe analysirt, so sieht man bei einer gewissen Schiefe der Incidenz des auf den farbigen Körper fallenden Lichts, und wenn die Ebene des Hauptschnitts des Kalkspathrhomboïds mit der Einfallsebene der zum Auge gelangenden Strahlen parallel ist, oder auf ihr senkrecht steht, zwei Bilder, von denen das Eine nahe vollkommen weiſs, das Andere aber mit derselben Farbe, wie der untersuchte Körper, erscheint. Am deutlichsten zeigt sich die Erscheinung an ziemlich gut reflectirenden gefärbten Flächen, namentlich gefärbten Papieren, farbigen Gläsern, Flüssigkeiten, Krystallen etc. Wenn die Fläche nur einigermaſsen spiegelt, und man unter dem gehörigen Winkel, den man durch den Versuch leicht ausmitteln kann, gegen die Fläche hinsieht, so ist die Sonderung des weiſsen und farbigen Bildes eine vollkommene.

Bei minder gut reflectirenden Flächen, wie auch bei farbigen Pulvern, und unter anderen Incidenzwinkeln der Strahlen, ist die Sonderung minder vollkommen, und geht bis zur völligen Gleichheit beider Bilder.

Wenn man auf die früher angegebene Weise die vollkommene Sonderung erhalten hat, und hält zwischen den farbigen Körper und die Lupe eine parallel zur Axe ge-

1) Leblanc, in den *Ann. de chim. et de physique*, 3. Reihe, Bd. 16, S. 480.

schnittene Turmalinplatte so, dafs ihr Hauptschnitt dem des Kalkspaths parallel ist oder auf ihm senkrecht steht, so verschwindet das eine oder das andere Bild vollkommen. Das weifse Bild charakterisirt sich als in der Einfallsebene der Strahlen polarisirt, das farbige ist senkrecht darauf polarisirt.

Da nun gewöhnliches Licht auf eine Fläche auffallend durch Reflexion immer nur in der Einfallsebene polarisirt wird, so kann das von der farbigen Fläche kommende, auf der Einfallsebene senkrecht polarisirte Licht nicht durch Reflexion an der Oberfläche des Körpers entstehen, sondern ist durchgelassenes (daher senkrecht zur Einfallsebene polarisirtes) und aus dem Inneren des Körpers reflectirtes Licht.

Aus dieser von mir beobachteten Erscheinung gehen zunächst mit grofser Wahrscheinlichkeit folgende zwei Sätze hervor:

1) Das auf die Körper auffallende weifse Licht wird auch als solches reflectirt. Der öfters aufgestellte Satz, dafs farbige Körper von dem auf ihre Oberfläche auffallenden weifsen Lichte einige farbige Strahlen zurücksenden, andere in sich eindringen lassen, scheint nach obiger Beobachtung unrichtig.

2) Das von den Körpern uns zugesendete farbige Licht kommt nicht von ihrer Oberfläche, sondern aus ihrem Inneren durch Reflexion nach vorausgegangener Transmission.

Diefs im Kurzen die von mir gemachte Beobachtung und die daraus zunächst sich ergebenden Folgerungen. Ich habe Versuche mit homogenem Lichte, eben so mit weifsem polarisirten Lichte gemacht, welche mir obige zwei Sätze zu bestätigen scheinen.

Da ich über diesen Gegenstand, der mit vielen anderen Erscheinungen, als z. B. mit den Farben glühender Körper, der elliptischen Polarisation durch Reflexion von Metalloberflächen etc., im innigsten Zusammenhange zu stehen scheint, noch eine ausgedehnte Reihe von Versuchen anstellen werde, und selbe noch viele Zeit in Anspruch neh-

men dürften, so hielt ich es für zweckmäfsig das Hauptergebnifs meiner Untersuchung vorläufig mitzutheilen, und behalte mir vor, das Endresultat meiner Untersuchungen Ihnen späterhin im Detail zu übersenden [1]).

Wien, den 11. Mai 1846.

XIV. *Elektromagnetisches Glockengeläut; von C. A. Grüel.*

Wenn die Reibungselektricität durch den Erfolg der Anziehung und Abstofsung ungleichartig oder gleichartig elektrisirter Körper Veranlassung gegeben hat zu einer Anzahl lange bekannter Vorrichtungen, die das einfache Gesetz, nach welchem sie wirken, zum Theil auf eine belustigende Weise veranschaulichen, so scheint es, als ob das später entdeckte Gebiet der elektro-magnetischen Wirkungen eine neue, vielleicht noch ergiebigere Quelle derartiger physikalischer Ergötzlichkeiten darbiete; nur mit dem Unterschied, dafs innerhalb desselben die Aufsuchung neuer Formen und Combinationen oft zu interessanten Aufschlüssen über die Wirkungsweise der elektro-magnetischen Maschinen und über den Werth dieser oder jener Anordnung ihrer einzelnen Theile führt.

Meine, der Beschreibung des oben genannten Gegenstandes angefügten Bemerkungen dürften den Dilettanten nicht ganz unwillkommen seyn, die mit überschwenglichen Hoffnungen, ohne genügende Vertrautheit mit der Sache, theure und fehlschlagende Versuche anstellen möchten. Sach-

1) Ich habe die oben beschriebene, wohl auch schon von Anderen gesehene, aber, wie es scheint, nicht näher beachtete Erscheinung reproducirt und sie vollkommen richtig befunden, mufs jedoch bekennen, an der vom Hrn. Verf. gegebenen Erklärung einige Zweifel zu hegen. Ich möchte bis jetzt glauben, dafs uns die farbigen, mit glänzender Oberfläche versehenen Körper bei Reflexion ein Gemisch von in der Einfallsebene polarisirtem und gewöhnlichem oder diffusem Lichte zusendeten. *P.*

verständige finden es vielleicht der Mühe nicht unwerth, meine Ansicht zu prüfen und die Frage zu entscheiden, ob wohl die Ausführung gröfserer elektro-magnetischer Maschinen bisher nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse geschehen, und in wiefern eine weitere Vervollkommnung derselben möglich erscheint.

Auf einem Brett, zwischen zwei durch ein kleines Gesimms verbundenen Ständern, steht ein elektro-magnetisches Hufeisen aufrecht mit seinen Polen. Darüber ist der Anker beweglich so angebracht, dafs er stets in naher Berührung mit dem einen Pol bleibt, und nur beim anderen Pol durch Auf- und Niederklappen sich hebt und senkt. An diesem Ende ist eine Schnur befestigt, die oben unter dem Gesimms um eine bewegliche Welle geht, an deren Mittelpunkt die Glocke hängt.

Wird der Magnet erregt, so bewegt der angezogene Anker die Glocke, denn sie macht jetzt eine halbe Schwingung, nach deren Beendigung der Magnet den Anker loslassen mufs, da es sonst bei dieser halben Schwingung verbleiben würde. Es wäre freilich die Rotation eines Rades und die Verwandlung seiner Bewegung in eine hin- und hergehende ein leichtes Mittel, das Gewünschte zu erreichen. Es erschien mir indessen ansprechender, den ungemein einfachen, nur aus vier wesentlichen Stücken zusammengefügten Apparat durch den noch einfacheren Commutator unmittelbar in Gang zu bringen. Bei allen sonstigen elektro-magnetischen Maschinen kehrt bei einer bestimmten Lage des beweglichen Theils auch die nämliche Stellung und Wirkung des Commutators zurück. Die Glocke durchläuft während einer ganzen Schwingung zwei Mal dieselben Punkte ihrer Bahn, der Commutator mufs aber den Strom das eine Mal leiten, das andere Mal unterbrechen. Diefs zu erreichen, besteht derselbe aus einem Stückchen Kupferplatte (1″ lang, $\frac{1}{2}$″ breit), auf der Rückseite mit Holz fournirt; er ist unterhalb am Gesimms be-

festigt. Auf der Welle ist ein kleines Stück Uhrfeder aufrechtstehend befestigt. Die Ebene, in welcher die Uhrfeder sich bewegt, ist dieselbe, in welcher die Flächen der Platte sich befinden. Wird die Glocke bewegt, so streift die Feder stets einer jener Flächen vorbei. — Man hat die gesammte Stromleitung so einzurichten, daſs Feder und Platte einen wesentlichen Theil dieser Leitung ausmachen. Denkt man sich nun die Ebene der Platte ein wenig verstellt, so daſs sie einen geringen Winkel bildet mit jener Ebene, in welcher die Stahlfeder schwingt, so tritt sogleich das Läuten der Glocke ein, sobald der Strom einer einfachen Grove'schen Kette hinzutritt.

Da die Stahlfeder, nachdem sie eine der Flächen passirt hat, vermöge ihrer Elasticität abgleitet, die gerade Stellung einnimmt und nun die andere Seite der Platte bestreicht, so daſs sie abwechselnd auf Metall und Holz schleift, so entsteht die richtige Commutator-Wirkung.

Die Sicherheit, mit welcher der kleine Apparat arbeitet, ist erfreulich; er möchte nach der früher von mir gefertigten Hammervorrichtung als die möglich einfachste elektro-magnetische Maschine anzusehen seyn.

Seit einer Reihe von Jahren mit Herstellung dergleichen Apparate für den Zweck des Unterrichts und physikalischer Vorträge beschäftigt, leuchtete mir sehr bald ein, daſs es eine bedeutend verschiedene Aufgabe sey, Rotationsapparate mannigfacher Form mit einigem Kraftüberschuſs, oder aber Maschinen herzustellen, mit dem geringsten Aufwand an Material erbaut, die eine vorgeschriebene Kraftäuſserung und dabei den gröſsten ökonomischen Effect gewähren sollen. Letztere Aufgabe bedingt die Kenntniſs und Berücksichtigung aller in dem Zeitraum von zwei Decennien gewonnenen Resultate werthvoller Untersuchungen, wie sie in der Ohm'schen Theorie, in den Ergebnissen der Lenz und Jacobi'schen Versuche über das Gesetz der Elektromagnete, ferner in der Vervollkommnung galvanischer Ketten und der Erzielung höchst kräftiger Magnete u. s. w. gegeben sind. Der mit allen diesen Dingen

Digitized by Google

vertraute Techniker bedarf jedoch zur glücklichen Lösung jener Aufgabe auch noch ein mechanisches Talent, eine Combinationsgabe, die ihn auf diesem Felde eine Strecke weiter führen werden, da, wo die angegebenen Punkte nicht ausschliefslich als Führer dienen können. — Seit dem Erscheinen des Jacobi'schen *Mem. s. l'appl. etc.* ist mancher Versuch gemacht worden, ohne eine sichere Entscheidung der Frage herbeigeführt zu haben, ob es glücken werde, den Magnetismus dereinst in die Reihe nutzbarer Triebkräfte eintreten zu sehen.

Noch jetzt sieht man nicht selten solche nach ganz schwankenden Principien verfertigte Modelle entstehen, deren Kraft den gehegten Erwartungen keineswegs entspricht. Mühevoll herumschleichend klingt es komisch, wenn solches Modell den Namen einer Locomotive erhält.

Auch ich fand mich einst (es sind jetzt fast neun Jahre darüber vergangen), als mir die ersten kleinen Versuche geglückt waren, durch den Wunsch, ein dreifüfsiges Rad durch Magnetismus zu treiben, zu der übereilten Construction einer Maschine verleitet, an welcher acht grofse Magnete von 3" dicken Schenkeln mit dickem Draht bewickelt, vergeudet waren, denn es gewann nur eine kümmerliche Rotation. Dasselbe Rad treibe ich jetzt mit einem grofsen Magnet, von den Dimensionen des im Yale-College befindlichen, seinem Anker, einem Commutator, welcher den Magnet nur während der halben Umdrehung des Rades erregt, und einer Grove'schen Kette von 14 Quadratzoll Platinfläche, dergestalt, dafs ich mittelst eines Laufbandes das kleine Modell einer Dampfmaschine gleichzeitig dadurch in Bewegung versetze. Diese kurze Beschreibung zeigt, wie es hierbei auf die vortheilhafteste Construction nicht einmal abgesehen seyn konnte.

Ich führe nun einige Punkte an, auf welche Rücksicht genommen werden mufs, um unwirksame Maschinen zu vermeiden.

a) Auf die unvermeidliche Schwächung der Magnete durch eine lange Drahtleitung, wenn der Hauptfactor mag-

netischer Erregung, die Stromstärke, nicht gleichzeitig vergröfsert worden ist.

b) Auf die Gestalt der Pole. Die Stärke der magnetischen Anziehung verhält sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung. Die gröfste Attraction tritt demnach ein, wenn die Axe der freundschaftlichen Pole in einer Linie liegt. In diesem Augenblick mufs aber der Commutator oder Gyrotrop seinen Dienst verrichten. Damit aber durch so leicht mögliche Ungenauigkeiten desselben kein Kraftverlust entstehe, verbreitere man die Endflächen der magnetischen Pole. Es ist leicht einzusehen, dafs hierbei nach dem angeführten Gesetz nur Vortheil seyn kann, da die Anziehung ohne Verringerung ihres mittleren Werthes schon etwas früher als sonst beginnt. Die Pole müssen einander so nahe kommen, als es ohne Berührung möglich ist.

c) Auf die Vermeidung zu schneller Stromwechslung. Der Nachtheil derselben ist ein doppelter. Die Zeit zur Erregung des Maximums elektro-magnetischer Tragkraft ist nicht als unendlich klein anzunehmen. Sind daher zu viel Magnete angebracht, so wird dieser Nachtheil eben so fühlbar, als eine präcisere Wirkung des Commutators nothwendig.

d) Der remanente Magnetismus im weichen Eisen ist namentlich bei der wirksamsten Form der Elektromagnete oft sehr bedeutend; er mufs getilgt werden, da, wo er nach der getroffenen Anordnung Abbruch thun könnte. Man erreicht diefs mittelst eines ungemein schwachen Gegenstroms.

e) Schlesisches Rund- und rothbrüchiges Eisen sind mir zur Verwendung zu Elektromagneten vortheilhaft erschienen.

f) Für die innige metallische Verbindung einzelner Theile, die den Strom zu leiten haben, ist Löthung, wo sie zuläfsig, und Amalgamation, wo die Verbindungsstellen beweglich auf einander bleiben müssen, das beste

Mittel. Kupfer und Stahl mit recht metallischen Flächen und reichlichen Berührungspunkten leiten nächstdem gut, wo sie, der öfter nothwendigen Erneuerung der Amalgamation wegen, der letzteren vorgezogen werden möchten. Platin wirkt schlecht, und durch den Leitungswiderstand die Stromstärke vermindernd.

g) Ersparung der Umwicklung mit Seide bei den Leitungsdrähten ist zuläſsig, wenn die Ströme keine groſse Intensität besitzen. Dieser Fall findet in der Regel statt, wenn starke Drähte angewandt werden; dann ist die Umwindung und Isolirung mittelst Baumwolle hinreichend. — Lange dünne Drähte, welche mehrelementige Ketten bedingen, müssen mit Seide besponnen seyn, eben so, wenn sie zu kräftigen Inductionsapparaten dienen sollen.

h) Ich halte die von Joule angegebene Form der Elektromagnete für eine vortheilhafte, weil sie in kleinem Raum Auſserordentliches leistet. Es kommt zwar bei ihnen, wie bei allen anderen Magneten, von der Tragkraft, welche leicht 20 bis 30 Centner beträgt, nur ein geringer Theil zur lebendigen Kraftäuſserung, vielleicht ist dieser aber ausreichend, wenn ihre Anordnung die rechte ist.

i) Der Commutator, dessen Einrichtung sehr mannigfaltige Abänderungen erleiden kann, ist gar häufig ein schwacher Punkt jener Maschinen. Er soll prompt wirken, dem Strom keinen starken Widerstand bieten und der leichten Abnutzung nicht unterworfen seyn. Kupfer, Neusilber, Stahl bei gehöriger Metallstärke, Amalgamation besonders, leisten die besten Dienste.

Von dem Vorzug der Amalgamation mag man sich überzeugen an einer Inductionsvorrichtung, wo die Unterbrechung des Stroms durch die Hammervorrichtung bewerkstelligt ist. Die Stärke der Induction kann ein Maaſs abgeben für diejenige der primären galvanischen Stromeskraft. Wie metallisch sich Hammer und Amboſs auch berühren

mögen, sey Platin oder Kupfer dazu verwendet, die Wirkung wird verdreifacht, sobald nur die Berührungspunkte amalgamirt werden.

k) Die Theilung der galvanischen Ketten, indem man den Strom auf besondere Drahtleitungen mit separatem Commutator, die erzeugte Kraft aber auf solche Angriffspunkte wirken läfst, welche die Bewegung der Maschine unterstützen, wäre weniger aus mechanischen als vielmehr physikalischen Gründen (siehe *c* und *d*) gerechtfertigt.

Gut eingerichtete Ketten sollen ja das Zink hauptsächlich nur auf Volta'sche Weise consumiren, es würde demnach aus der angeführten Vermehrung der Ketten kein gröfserer Zeitverlust zu erwarten seyn, als mit der erhaltenen galvanischen Kraft im Einklange steht.

Ich schliefse mit der Erwähnung, dafs wenn, wie in diesen Blättern früher schon bemerkt wurde, einer gewissen Menge Voltaïsch aufgelösten Zinks ein bestimmtes Maximum dynamischen, durch elektro-magnetische Wirkung erzeugten Effects entspricht, der sich mit der von einem Quantum Steinkohlen in der Dampfmaschine erzielten Kraftleistung leicht vergleichen liefse, und eben, weil es das Maximum ist, durch kein Mittel keine andere Combination erhöht werden könnte, dennoch bisher Niemand im Stande gewesen ist, die absolute Gröfse desselben zu bestimmen.

Berlin, im Februar 1846.

XV. *Merkwürdige Blitzschläge, beobachtet von Dr. K. Gustav Fiedler,*

Königl. Sächs. Bergcommissair und Ritter m. O.

Nachdem es mir gelungen, die Entstehung der Blitzröhren nachzuweisen [1]), und den freien Lauf des Blitzes in

1) Siehe meine Abhandlungen über die Blitzröhren in Gilbert's Anna-

einem Nichtleiter, ziemlich reinem Quarzsande, körperlich darzustellen (durch Wiedervereinigung der ausgegrabenen Blitzröhren, als geognostischer Durchschnitt auf demselben Sande, in welchem sie gebildet wurden) [1]), und diese Entdeckung überall Anklang gefunden hat, so erhalte ich öfters Nachrichten von für merkwürdig erachteten Blitzschlägen, besonders an den Orten, wo ich mich gerade aufhalte. Zwei derselben, die ganz ungewöhnlich sind, werde ich hier mittheilen, einen dritten, welcher eine mehrfach interessante Blitzröhre bildete, behalte ich einer besonderen Abhandlung vor.

Im Jahr 1844 zeigte mir im Arsenal zu Venedig der die Inspection habende Officier, mit welchem ich über meine elektrischen Beobachtungen gesprochen hatte, einen kurzen Schiffssäbel von der k. k. Oesterreichischen Fregatte Lipsia. Als diese von Missolonghi nach Zante segelte, schlug am 12. Nov. 1822 der Blitz neben dem Zimmer des Marquese Paulucci nieder, und durchbohrte jene Säbelklinge im dickeren Theil der flachen Seiten an zwei Stellen nahe neben einander. Die Löcher sind schön rund, haben 3 Millimeter Durchmesser, an ihren Rändern sieht man flache Tröpfchen geschmolzenen Stahl.

Während meines Aufenthalts in Rom im Mai 1844 erfuhr ich bei ähnlicher Veranlassung von Hrn. Meyer aus der Schweiz, einem Architecturmaler ersten Ranges, dafs in dem Park der Villa Borghese der Blitz im März desselben Jahres in eine Pinie geschlagen habe. Ein dortiger Parkwächter führte mich bereitwillig dahin, er war gleich nach dem Schlage zu den Bäumen geeilt, und erzählte einfach wie er es gefunden. Ich sah dort in dem Pinienwäldchen, östlich vom Hippodrom, zwei starke Pinien, die vom Blitz getroffen worden waren; ihre Stämme sind nur wenige Lachter von einander entfernt, und die äufseren Zweige

len der Ph. und Ch. Bd. 55, S. 121, Jahrg. 1817; Bd. 61, S. 235, Jahrg. 1819; Bd. 68, S. 209, Jahrg. 1821; Bd. 71, S. 301, Jahrg. 1822; Bd. 74, S. 213, Jahrg. 1823.

1) Gilbert's. Ann. Bd. 73, S, 111, Jahrg. 1822.

ihrer Kronen berühren einander. Man hat nur Einen Schlag gehört, und es ist aus seiner Wirkung zu ersehen, dafs es kein getheilter, sondern ein einziger Blitz war; er schlug durch die Krone der Pinie *A* (Taf. III, Fig. 7), nahm die Rinde des oberen Stammes weg, und bildete um den halben Stamm einen über 5 Centimeter breiten, bis auf den Splint entblöfsten Streifen von *a* bis *b*, sprang von da nach dem anderen Stamme *B*, den er wie eine Schlange mit einem dergleichen, überall gleich breiten Streifen umwand, von *b* nach *c*, um den Stamm herum nach *d*, *e*, und auf der Rückseite am Stamm hinab nach *f*. Der nächste Erdboden daselbst war nicht verändert; weitere Untersuchung wäre mit grofsen Umständlichkeiten verbunden gewesen, und bevor man nicht das Ende der Pfahlwurzel erreicht hätte, konnte ja ohnediefs von keiner Schmelzung die Rede seyn, und dort hörte, wenn nicht früher, wahrscheinlich die Wirkung des Blitzes auf.

Zu dieser, den Stamm *B* wunderbar spiralförmig umschlingenden Wirkung kommen noch zwei andere interessante Umstände.

1) Die Pinie *A* ist unfruchtbar, sie trägt keine Zapfen oder wenigstens keine mit ausgebildeten Kernen. Der durch den Blitz gebildete Streif brannte nicht.

2) Die Pinie *B* trägt Zapfen mit reifen, schmackhaften Kernen. Der spiralförmige Streif brannte nach dem Blitzschlag freudig wie gutes Kienholz, bis ihn der heftige Regen verlöschte; er war jetzt auf's Neue mit Harz überzogen.

Dresden, im April 1846.

XVI. *Notizen.*

1) Die *Chemitypie.* — Unter diesem Namen ist kürzlich eine neue beachtenswerthe Kunst an's Licht getreten, welche, wenn sie auch nicht die Holzschneidekunst entbehr-

Digitized by Google

lich machen wird, doch eine gefährliche Nebenbuhlerin derselben zu werden verspricht, indem ihr Wesen darin besteht, jede auf Metall ausgeführte Gravirung oder Radirung, leichter und zweckmäſsiger, als es durch Galvanoplastik auszuführen ist, in einen erhabenen Stempel zu verwandeln, der auf der Buchdruckerpresse abgedruckt werden kann. Der Erfinder, C. Piil aus Kopenhagen, ist mit Hrn. Buchhändler G. H. Friedlein, zu Leipzig, in Verbindung getreten, um daselbst (am Fleischerplatz No. 7) eine Anstalt zur practischen Anwendung der neuen Kunst zu begründen. Von letzterer Hand ist mir eine ausführlichere Anzeige dieses Unternehmens zugegangen, begleitet von einer Probe der Chemitypie, die einen ganz vortheilhaften Begriff von deren Leistungen gewährt. Ueber das Verfahren giebt die Anzeige begreiflicherweise keine Auskunft. (*P.*)

2) *Farbenvertheilung im Cyanplatinmagnesium.* — Hr. Bergrath Haidinger hat kürzlich die merkwürdige Farbenvertheilung an den Krystallen des Cyanplatinmagnesiums, Pt^6, Mg^5, Cy^{11}, untersucht, die ihm Hr. Prof. Redtenbacher in Prag mitgetheilt hatte. Hr. Quadrat hatte den Winter über in Redtenbacher's Laboratorio diese und mehrere ähnliche Verbindungen chemisch untersucht. Die zarten, rothen Krystalle, zwei Linien lang und $\frac{1}{8}$ Linie dick oder noch kleiner, sind in Rosen gruppirt, die in gewissen Richtungen einen prachtvollen, metallähnlichen Glanz besitzen. Es sind quadratische Prismen in der Richtung der Axe karminroth, senrecht darauf blutroth durchsichtig. Die Farben sind im polarisirten Lichte der dichroskopischen Lupe leicht zu trennen. Die Seitenflächen des Prismas zeigen durch Reflex eine prachtvolle grüne Metallbronce, die Endflächen ein eben so prachtvolles, dunkles Lasurblau. Bei der Stellung der Krystallaxe und der dichroskopischen Lupe in einer Ebene geht alles mit Glasglanz zurückgeworfene Licht durch das ordinäre, alles mit Metallglanz zurückgeworfene durch das extraordinäre Bild der letzteren. Es ist also alles zurückgeworfene Licht geradlinig, aber entgegengesetzt polarisirt. Mehr in das Ein-

zelne gehende Angaben sind einer ausführlicheren Abhandlung vorbehalten.

Nach der von Hrn. Prof. Gottlieb bei seiner Durchreise erhaltenen Mittheilung ist die Auflösung des rothen, grünlich goldglänzenden Salzes in Wasser farblos. Diefs ist wohl eine Collectivwirkung der kleinsten Theilchen von Roth und Grün. Auf einer vollkommen glatten Spiegelfläche mit einem glatten Messer zerdrückt, erhält man ein karminrothes Pulver, spiegelglatt aufgestrichen. Die glatte Fläche giebt in der dichroskopischen Lupe das Lasurblaue im unteren Bilde, kein Grün. Mit etwas Wasser befeuchtet, verschwindet jede Farbe alsobald. Nach der Verdunstung hat sich eine glänzend metallischgrüne Schicht gebildet, die beim durchfallenden Lichte karminroth ist. Im Dichroskop ist das obere Bild gelblichgrün, das untere blaulichgrün metallisch glänzend.

Dieses Vorkommen der metallischen und der nicht metallischen Farben, durch die Untersuchung im polarisirten Lichte nach senkrecht auf einander stehenden Richtungen orientirt, bildet eine ganz neue Klasse von optischen Erscheinungen; es ist ein wahrer Dichroismus der Oberfläche durch Reflexion; ähnlich den Erscheinungen, welche man bisher am durchgelassenen Lichte beobachtet hat.

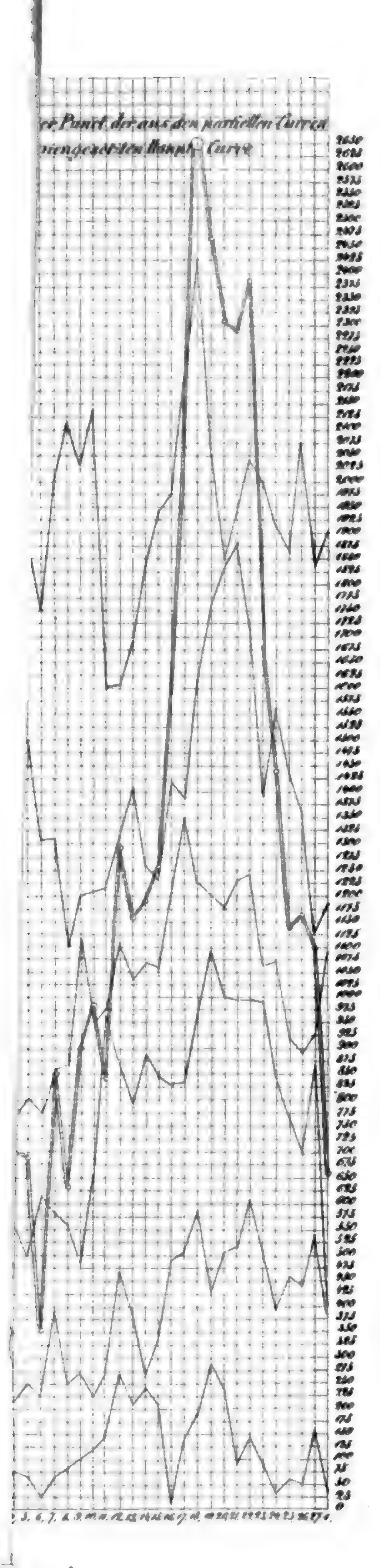
3) *Leuchten des Quecksilbers.* — Hr. Danger hat der Pariser Academie die Mittheilung gemacht, dafs ein Quecksilbertropfen sehr leuchtend werde, wenn man ihn in einen luftleeren, aber mit Quecksilberdampf gefüllten Recipienten fallen lasse; es sey dazu indefs eine gewisse, weder zu hohe, noch zu niedere Temperatur erforderlich. (*Compt. rend. T. XVI, p.* 408. — Die Erscheinung möchte wohl auf das bekannte Leuchten der Barometer zurückkommen.)

4) *Lichtbild auf Eis.* — In Molbech's Geschichte der K. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften (*Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Historie i dets förste Aarhundrede*, 1742 — 1842. *Kiöbenhavn* 1843), Th. I, S. 233, findet sich folgende beachtenswerthe, obwohl etwas apokryph klingende Nachricht, auf welche Hr. Baron Ber-

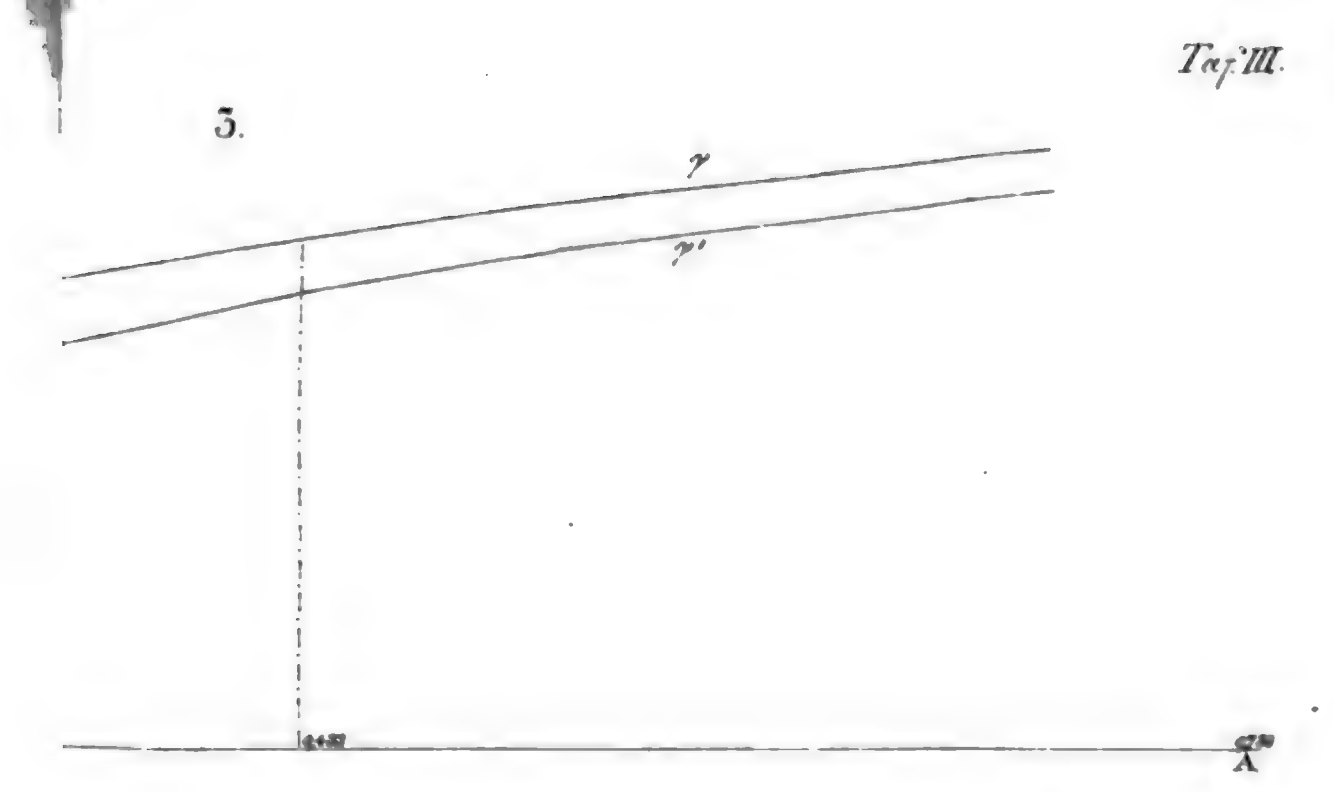
zelius bei seiner letzten Anwesenheit in Berlin mich aufmerksam zu machen die Güte hatte. »Gram (— der eigentliche Stifter der Gesellschaft, gestorben am 19. Febr. 1748 —), dessen umfassendem Geist fast keine Wissenschaft fremd war, hat eine interessante Nachricht mitgetheilt über einen Fall, wo der Frost auf den Fenstern einer stillstehenden Kutsche ein sehr genaues Bild von der davor liegenden Gegend erzeugt hatte. Gram bürgt für die Richtigkeit dieser Beobachtung, die man selbst heut zu Tage noch nicht genügend erklären kann, auf welche aber die Entdeckungen der neuesten Zeit vielleicht einiges Licht werfen können.« — (*P.*)

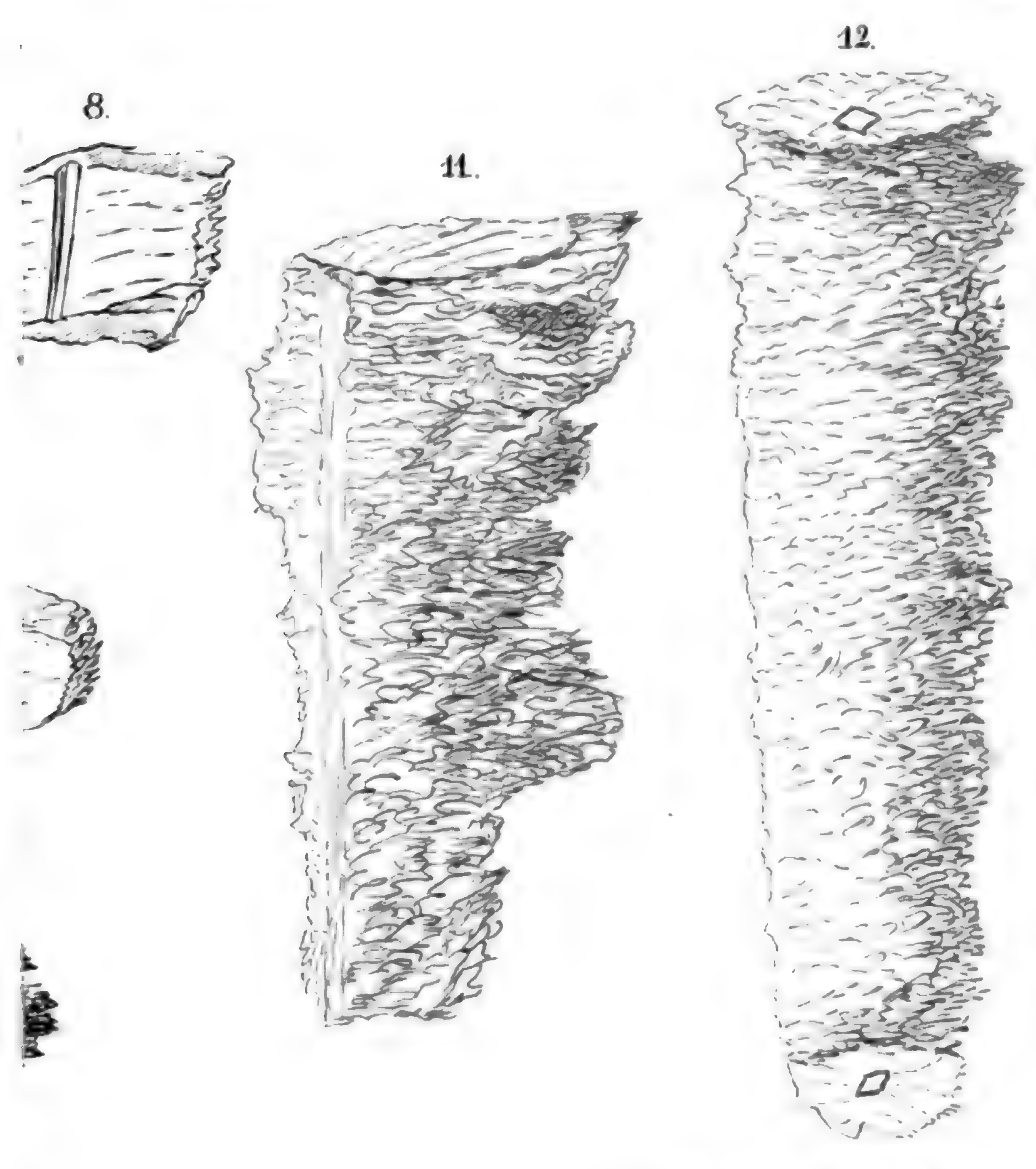
5) *Gegenwärtige Höhe des Vesuvs.* — Seit der Eruption vom 3. Febr. d. J., die sich mehrmals wiederholt hat und noch fortdauert, meldet Hr. Cangiano Hrn. E. de Beaumont, hat sich der Auswurfskegel des Vesuvs beträchtlich erhöht. Seine Meereshöhe, gemessen am 27. Febr. von Hrn. Amante, fand sich nur $9^m,5$ niedriger als die der Punta del Palo, die 1203 Meter beträgt. Am 31. März abermals gemessen, war sie $6^m,8$ kleiner als die der Punta del Palo, betrug mithin $1196^m,2$. (*Compt. rend. T. XXII, p.* 736.)

Taf. II.


…er Punct der aus den partiellen Curven
…ungezeichneten Haupt-Curve

Digitized by Google


3.
γ
γ'
A


8.
11.
12.

Digitized by Google

1846. ANNALEN *No.* 7.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXVIII.

I. *Beobachtung der Licht-Polarisations-Büschel auf Flächen, welche das Licht in zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen polarisiren; von W. Haidinger.*

Die Beobachtung von Platten, welche Licht in zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen polarisiren, wenn man sie gegen gewöhnliches Licht hält, giebt nur dann einen Büschel, wenn die eine Richtung kräftiger als die andere wirkt, wenn der eine Strahl weniger absorbirt ist, als der andere, und die ganze Wirkung ist dann übereinstimmend mit der der geradlinigen Polarisation.

Man kann zur Uebersicht die Richtung der Schwingungen des Lichtes in den verschiedenen Arten desselben, so wie man sie allgemein annimmt, in wenigen Zügen graphisch darstellen. Man wähle dazu fünf Strahlencylinder, einen centralen, und vier um diesen regelmäfsig herumgestellte.

Fig. 12, Taf. I, zeigt die Schwingungen des gewöhnlichen Lichtes. Jeder Cylinder ist gleich dem anderen, wenn sie auch als Summe einen Strahlenkegel bilden und zusammen das Auge treffen. Die einen jeden Cylinder zusammensetzenden Schwingungen geben ein nach allen Seiten zugleich polarisirtes, d. h. das gewöhnliche Licht. Gewöhnliches Licht kommt nicht nur allein, sondern in allen Verhältnissen mit andern Lichtsorten gemischt vor. Nur die Richtung von vier Polarisationsebenen ist gezeichnet. Die Fig. 13 zeigt fünf Cylinder geradlinig und zwar vertical polarisirten Lichts. Die Richtung der Linie ist die der Polarisationsebene. Das horizontal polarisirte Licht ist in Fig. 14 dargestellt. In jedem Punkte ist die Polarisationsebene horizontal. Die Summe von 13 und 14 oder gleichzeitig nach zwei senkrecht auf einanderstehenden Richtungen polarisirtes

Licht ist in Fig. 15 dargestellt. Krystallplatten parallel den Axen, oder wenigstens nicht senkrecht auf dieselben, durch die Natur gegeben, wie die Glimmerblättchen, oder geschliffen, zeigen diese Mischung aus zwei senkrecht gegen einander polarisirten Strahlenbündeln. Die Zurückstrahlung auf inneren Glasflächen über dem Gränzwinkel giebt es ebenfalls wie in Fresnel's Parallelepiped, so wie die Zurückstrahlung von metallischen Oberflächen.

Nach der Vibrationstheorie ist bekanntlich der eine Strahl gegen den andern um ein Viertel einer Wellenlänge verzögert. Bei dem Fresnel'schen Parallelepiped kommt die Hälfte der Verzögerung auf eine jede der beiden inneren Flächen der totalen Reflexion, bei dem Glimmer die Hälfte auf jede der beiden Gränzflächen zwischen den ungleichartigen Mitteln Luft und Glimmer.

Längs einer einzigen rhomboëdrischen oder pyramidalen Axe ist der Centralcylinder verschieden von den ihn symmetrisch umgebenden, wie in Fig. 16, von denen hier übrigens nur acht gezeichnet sind, anstatt der unendlichen Anzahl, welche aus dem Mittelpunkte radial nach allen Richtungen ausgehen, und die tangentialen Ebenendurchschnitte in Kreise vereinigen.

Aber der Glimmer kann die möglichst genaue Gleichheit der beiden Strahlen in Fig. 15 nur bei einer gewissen Dicke zeigen; dicke Blättchen desselben geben die dem geradlinig polarisirten Licht analogen Erscheinungen des Dichroismus, wenn man sie nämlich durch Doppelspath, am besten durch die dichroskopische Lupe untersucht, und die gelben Büschel, welche gegen helles nicht polarisirtes Licht hingesehen, deutlich die Lage senkrecht auf die Ebene der optischen Axen zeigen. Es ist hier immer der zweiaxige, der Fluorkali-Glimmer, zum Beispiel aus Brasilien oder aus Sibirien, gemeint, den man so leicht in der erforderlichen Vollkommenheit haben kann, und dem man auch in der specifischen Nomenclatur der Mineralogie den Namen Glimmer für immer bewahren sollte, den charakteristischen Glimmer des eigentlichen ältesten Granits. Die

Digitized by Google

Stücke, deren ich mich bediente, waren brasilianische aus dem k. k. Hofmineralien-Kabinet, dem k. k. Montanistischen Museo mitgetheilt.

Man sieht die Büschel leicht auch an anderen Krystallen, vorzüglich an denjenigen, welche einen entschiedenen Flächendichroismus besitzen. Hier reihen sich nämlich die Andalusite, die Turmaline an, auch wenn der eine Strahl noch nicht vollständig absorbirt ist. Sehr oft giebt der Büschel ein Mittel an die Hand, positive Krystalle von negativen zu unterscheiden, wenn nämlich in der That der ordinäre Strahl bei den ersteren, der extraordinäre bei den letzteren der vorwaltende, der weniger absorbirte ist, wie diefs Babinet bei der Mehrzahl der Beobachtungen fand. Allgemein ist das Gesetz jedoch nicht, und es bleibt daher auch durch den Büschel nur die Lage des vorwaltenden und des absorbirten Strahles zu bestimmen übrig.

Es ist mir nie gelungen, durch wasserklaren geschliffenen Bergkrystall je etwas einem Büschel ähnliches bei der Betrachtung des am vollkommensten neutralen grauen Wolkenhimmels oder senkrecht besehenen weifsen Papieres zu bemerken. Auch der Amethyst ist der Beobachtung nicht günstig, weil die zwei Strahlen durch die parallelen Flächen des Prismas ∞Q von 120° untersucht, sehr nahe dieselbe Farbe besitzen; der gewöhnliche ist nur etwas mehr röthlich violett, der ungewöhnliche bläulich violett, selbst in den Stücken, wo die Farbenverschiedenheit so stark ist, dafs im gewöhnlichen Licht der Krystall in der Richtung der Axe röthlich, senkrecht auf dieselbe bläulich violett erscheint. Dagegen erscheinen die Büschel mit grofser Deutlichkeit in der Richtung der Axe, wenn man durch zwei parallele Prismenflächen eines Krystalles von nelkenbraunem Bergkrystall oder Rauchtopas hindurchsieht. Der ordinäre Strahl des nelkenbraunen Rauchtopases ist nämlich der vorwaltende, der kräftigere, und besitzt selbst die schöne nelkenbraune Färbung des Ganzen; der extraordinäre Strahl ist mehr absorbirt, er erscheint in der dichroskopischen Lupe gegen den vorhergehenden contrastirt, von einem

schönen Citronengelb, bedeutend dunkler als der vorige. Dieser Intensitäts-Unterschied wird durch den Büschel angedeutet. Bekanntlich gehört der Quarz zu den positiven Krystallen, oder denen mit attractiver Axe, in welchen der extraordinäre Strahl mehr gegen die Axe zu gebrochen wird, als der ordinäre, wo also der Brechungsexponent für *O* (1,5484) kleiner ist als der für *E* (1,5582, Malus).

In den berggrünen Beryllkrystallen hat der übrigbleibende Büschel die Lage der Krystallaxe wie beim Quarz, es ist aber auch *O* übrig geblieben, oft ganz farblos, *E* ist mehr absorbirt, dunkel himmelblau; der gemeinschaftliche Eindruck beider bringt die im Ganzen erscheinende blasse bläuliche Farbe hervor. Diefs würde in Bezug auf die Absorption dem Babinet'schen Gesetz widersprechen, da der Beryll in die negative Klasse gehört. Die gelben oder ölgrünen Berylle haben dagegen wieder ein etwas dunkleres *O* als das übrigens gleichgefärbte *E*.

Bei dem Schwerspathe finden sich gleichfalls beide Modificationen, wenn man bei verschiedenen Varietäten die Farbe der Fläche der vollkommensten Theilbarkeit untersucht. Man stelle sie vertical, den scharfen Winkel des Prismas der Theilbarkeit zu oberst, so findet man [1]) durch die dichroskopische Lupe

in dem Baryt	das obere Bild *O*	das untere Bild *E*
von Beira	dunkelviolblau	lichtstrohgelb
von Felsobánya	weingelb	citronengelb

In den ersteren waltet *E* vor, der Büschel ist auch horizontal, in den zweiten waltet *O* vor, der Büschel ist vertical.

Noch viele Beispiele könnten angeführt werden; für die Ausführung der Theorie sind sie aber überflüssig. Zur Beobachtung der Büschel sind übrigens glatte, oder geschliffene Flächen, oder auch selbst Krystallflächen nicht nothwendig. Selbst Geschiebe von Turmalin oder Andalusit zeigen sie so gut wie mattgeschliffene Flächen.

1) Vergleiche auch Pogg. Ann. 1844, St. 9, und 1845, St. 1: Ueber den Pleochroismus der Krystalle.

Auch durch geneigte Flächen, oder durch Prismen aus Krystallen dieser Art geschnitten, sieht man die Büschel, und zwar, wie diefs in der Natur der Sache gegründet ist, ohne von prismatischen Rändern eingefafst zu seyn, wenn man auch rechts und links davon die farbigen Säume z. B. der Fensterstäbe sieht. Sie erscheinen zwischen dem Materiellen wie etwas gänzlich Körperloses, dem sich die irdische Farbe nicht anzuhängen vermag. Eine ätherische Erscheinung würde hier kaum mehr als ein poetischer Ausdruck bezeichnet werden können, da sie an die Schwingungen des Licht-Aethers erinnert.

Das durchgehende Licht der hier untersuchten Krystallplatten kann man annehmen als aus einem Antheil Licht wie Fig. 15, gemengt mit einem anderen Antheil wie Fig. 13 oder 14, das heifst aus dipolarisirtem, oder kreuzweise polarisirtem, und aus linear polarisirtem bestehend, durch welche hindurch man gewöhnliches Licht wie Fig. 12 betrachtet.

Man betrachte aber nun geradlinig, und zwar etwa vertical linear polarisirtes Licht, so wie es ein horizontal liegender Spiegel zurück wirft, den man unter dem Polarisationswinkel ansieht. Zur leichteren Uebersicht wird jede der beiden Lichtarten einzeln vorgenommen. Es sei die erste Fläche nach AB, Fig. 17, polarisirt, die zweite nach CD. Bekanntlich wird als Grundgesetz die Lichtintensität des nach CD polarisirt erscheinenden ordinären Strahles durch die Malus'sche Formel $Fe^2 \cos^2 i$, die des nach GH polarisirten extraordinären Strahles durch $Fe^2 \sin^2 i$ ausgedrückt. Bei geradlinig polarisirtem Lichte ist die Portion $GH=0$, daher die Lichtintensität von der parallelen Stellung der zweiten Platte nach AB abnehmend ein Minimum oder$=0$ wird, wenn sie nach EF gelangt oder senkrecht auf der vorigen steht. Während dieses Ueberganges beobachtet man immerwährend den Büschel in der Richtung CD, fest mit der analysirenden Platte sich drehend.

Kreuzweise polarisirtes Licht giebt ein abweichendes Resultat. AB, Fig. 18, sei wieder die Richtung der ursprünglichen Polarisationsebene; CD aber die Richtung des Haupt-

schnittes im Krystallblättchen z. B. von Glimmer, nach dem die ordinäre Brechung geschieht. Der in der Figur an dem Ende *A* angebrachte kleine Büschel zeigt die Richtung der Büschel in der ursprünglich polarisirten Ebene, die gekreuzten Büschel bei *B* und *D* deuten die Lage der optischen Hauptschnitte in den Krystallblättchen an. In der Mitte der Figur, über dem Durchschnitt der beiden Linien *AB* und *CD*, die sich unter einem Winkel *i* schneiden, ist die Lage des nach der Drehung des Glimmerblättchens in der Richtung *EF* erscheinenden Büschels gezeichnet. Er entspricht weder der Stellung des ursprünglichen, noch der des Hauptschnittes *CD* des Glimmerblättchens, nach dem die ordinäre Brechung geschieht, noch auch der *GH*, welche senkrecht darauf steht, und der extraordinären Brechung entspricht, sondern erscheint in einer intermediären Richtung zwischen den beiden letzten, jenseits von *AB* um den gleichen Winkel *i* abweichend, so daſs der Winkel $EMA = 2\,CMA$ ist. Ist zum Beispiel $i = 45^\circ$, so erscheint der Büschel, durch die Krystallplatte besehen, schon in einer senkrecht auf der ursprünglichen Richtung *AB* stehenden Lage. Hat man die Platte um 90° gedreht, so fällt der Büschel wieder mit dem ursprünglichen zusammen. War die Drehung $= 180^\circ$, so hat der Büschel bereits einen ganzen Umkreis zurückgelegt. Er legt zwei Umkreise zurück, während die Drehung nur einen einzigen ausmacht.

In dem früheren Aufsatze über die Polarisationsbüschel in diesen Annalen 1844, St. 9, würde bereits der Erscheinungen gedacht, welche ein Glimmerblatt hervorbringt, welches man zwischen einen in fester Richtung gesehenen Büschel und das Auge bringt. Stimmt die Lage einer der Elasticitätsaxen mit der Richtung des Büschels in dem ursprünglich polarisirten Lichte überein, so erscheint derselbe auch durch den Glimmer betrachtet in unverrückter Lage. Dieses Verhältniſs ist in Fig. 19 zur mehrerern Deutlichkeit perspectivisch dargestellt, obwohl man die Büschel niemals in Perspective sehen kann. Es ist vielmehr eine ideale Darstellung des Durchschnitts der Erscheinung mit der in Perspective dargestellten Tafel.

A'B' ist der Durchschnitt der Tafel, die einen schwarzen Spiegel vorstellt mit der Polarisationsebene. *AB* liegt ebenfalls in derselben. *CD* ist eine der Elasticitätsaxen des Glimmerblattes.

Dreht man nun *C* von *A* rechts gegen *E* um den Winkel *i*, so erscheint der Büschel rechts von der Linie *CD* eben so weit entfernt, als *A* links zurückgeblieben ist, oder der von dem Büschel durchflogene Winkelraum ist $=2i$. In der zwanzigsten Figur ist die Beobachtung ebenfalls perspectivisch dargestellt, welche der Drehung von 45° entspricht. Der Büschel macht einen Winkel von 90° mit dem auf der ursprünglich polarisirten Fläche.

Die Büschel erscheinen deutlicher und lebhafter gefärbt mit ganz dünnen Glimmerblättchen, etwa solchen, die zwischen gekreuzten Polarisirern unter einem Azimuth von 45° die blassen Farben der ersten Ordnung der Newton'schen Ringe zeigen.

Untersucht man die Lage der Polarisationsebenen in fünf zunächst liegenden Strahlencylindern, ähnlich der Fig. 12 bis 15, so erhält man die Lage von Fig. 21 und 22. In der ersten ist die Ebene des Hauptschnittes *CD* rechts, in der zweiten links von der ursprünglichen Lage der Polarisationsebene *AB* gedreht. Der Büschel steht in beiden horizontal, aber er wurde der Beobachtung zu Folge in Fig. 21 mit seinem obern Ende nach Rechts, in Fig. 22 aber mit eben diesem oberen Ende nach Links abgelenkt. Beides ist *circular* polarisirtes Licht, aber mit *entgegengesetzter* Drehung. Genau wie durch ein Glimmerblatt fand Hr. Regierungsrath v. Ettingshausen auch durch ein Fresnel'sches Parallelepipedum den Büschel um den Winkel $2i$ herumgedreht.

Die Beweglichkeit der Büschel ist etwas sehr Ueberraschendes; es scheint beinahe, als ob sie gar nicht mit dem Körper, den man in der Hand hat, zusammenhingen, während man bei der Beobachtung der Büschel im geradlinig polarisirten Lichte an ihre Unbeweglichkeit gewöhnt war.

Stellt man die kreuzweise polarisirenden Krystallplatten fest, und dreht hinter denselben die geradlinig polari-

sirte Lichtfläche wie in Fig. 23 nach Links, so dreht sich der Büschel mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit nach Rechts zu, so dafs er in die Lage *EF* kommt, und wieder wie oben $EMA = 2CMA$, oder $CMA = CME$ ist. Nimmt man die Bewegungen etwas rasch vor, so erscheint der Büschel bedeutend lebhafter in den Richtungen *CD* und *IK* als in den dazwischen liegenden. Er scheint beinahe aus einer der Richtungen in die andere sprungweise überzugehen, und nur mit grofser Aufmerksamkeit kann man die gleichmäfsige Ablenkung verfolgen, die so leicht zu beobachten ist, wenn man das Glimmerblättchen herumdreht; wenn auch hier bei genauer Beobachtung die Lebhaftigkeit des Bildes gleicherweise nach Quadranten abwechselnd sich darstellt. Doch scheint diese abwechselnde Lebhaftigkeit vorzüglich durch den complementaren Reiz auf der Netzhaut bedingt zu werden.

In der Lage des Hauptschnittes *CD*, in Fig. 23, erscheint der resultirende Büschel und der ursprüngliche vollkommen symmetrisch, was auf der Seite des Glimmerblattes gegen die Fläche *AB* durch die gegenseitige Stellung beider bedingt ist; der Winkel *i* folgt auf der andern dem Auge zugewendeten Fläche ebenfalls. Die Schwingungen der Aethertheilchen für den Punkt *M* geschehen mit Beziehung auf die Polarisationsebene *AB*. Sie können aber einzig und allein, nach dem Malus'schen Intensitätsgesetz, nach den beiden Polarisationsebenen *EF* und senkrecht darauf hindurchgehen. Diesseits sind die beiden Wellensysteme wieder vereinigt. Fresnel's schöne Arbeiten haben diesen Gegenstand wohl gänzlich in's Klare gesetzt. Bei einem Winkel $i = 45°$ zeigt das Licht in so fern Anzeigen einer vollständigen Dipolarisation, als die Zerlegung durch die gleichen Bilder von Kalkspath in allen Azimuthen gleiche Intensitäten giebt. Aber doch erscheint ein wirklicher Büschel, und zwar in einer gegen die ursprüngliche rechtwinklig abweichenden Lage. Die Lage des Büschels, gegenüber der Lage desjenigen auf der ursprünglichen Polarisationsebene, kann wohl als ein Charakter des

circular polarisirten Lichtes gelten. Für die Modification der elliptischen Polarisation gilt dann wohl die von der Senkrechten unter verschiedenen Winkeln nach Rechts oder Links abweichende Lage des Büschels auf kreuzweise polarisirenden Blättchen, im Vergleich mit dem Büschel der ursprünglich linear polarisirten Lichtfläche, welche man durch dieselbe betrachtet.

Von allen den Stellungen, welche der Büschel zeigt, den man auf diese Art, von einer geradlinig polarisirten Lichtfläche ausgehend, durch kreuzweise polarisirende Blättchen betrachtet, kann man sehr getreue Bilder durch eine Vorrichtung wiedergeben, bei welcher der erst durch die Beobachtung hervorgebrachten Erscheinung ein wirklicher Gegenstand substituirt wird. Das Princip der Vorrichtung ist einmalige Spiegelung, welche den Gegenstand in doppelter Winkeldistanz, wenn auch in umgekehrter Lage, zeigt. Man betrachte etwa die Fig. 24, welche, nur die zwei Seiten durch Punkte . und .. bezeichnet, die Büschel vorstellen soll, durch ein gewöhnliches, auf allen Seiten geschliffenes dreiseitiges Prisma, Fig. 25, und zwar in einer Richtung parallel der Fläche *AB*.

Ein großer Theil der Fläche rechts von *D* bis *C* erscheint dunkel, der Theil *BD* aber licht. Der Lichtstrahl, der von dem Gegenstande *E* kommt, wird bei *F* gebrochen, bei *G* einmal reflectirt und zwar total, bei *H* wieder entgegengesetzt gebrochen. Er gelangt also nach *I* zwar weiß in das Auge, aber das Bild des Gegenstandes *E* ist, nach den Seiten *C* und *G*, verkehrt. Das Bild von Fig. 24 wird wie Fig. 26 erscheinen, denn es ist das Spiegelbild davon. Bei dieser Beobachtung ist der ganze Theil des Prismas rechts von *D* gegen *C* müßsig; ein stumpfwinkliges Prisma, wie Fig. 27, wird auf der ganzen Seite *BC* klar erscheinen, wenn der Winkel *ACB* und der Brechungsexponent *n* in dem Verhältniß stehen, daß ein centraler Lichtstrahl *EI* durch sämmtliche Mitellinien der Flächen geht, so wie sie hier im Querschnitt in den Punkten *F*, *G* und *H* erscheinen. Für *FK* senkrecht auf *AB* muß $AK = KG$ seyn. Es

Digitized by Google

mufs also $tang\ AFK = tang(LFK + LFG)$ seyn, wenn LF senkrecht auf AC steht. LFK ist aber $= FAK$ und LFG der gebrochene Winkel des einfallenden Strahles EF. Für $AFK = b$, $LFK = a$ und $LFG = c$ ist also:

$$\frac{\sin b}{\cos b} = \frac{\sin(a+c)}{\cos(a+c)},$$

daraus folgt:

$$\cos a = \pm\sqrt{\left(\frac{1+4n^2 \pm \sqrt{(1+8n^2)}}{8n^2}\right)}.$$

Für $n = 1{,}5$ oder $\frac{3}{2}$ bei einigem Kronglas ist also $a = 26^\circ\ 43'$ oder der schon sehr stumpfe Winkel des Prismas $ACB = 127^\circ\ 34'$.

Hr. Professor Steinheil hat die Beobachtung durch zwei Flächen eines rechtwinkligen gleichschenkligen Prismas zugleich mit der directen zur Bestimmung von Sternculminationen angewendet. In der Plöfsl'schen Werkstätte werden Apparate nach demselben Princip für Mittagsbestimmungen gefertigt, die innerhalb 2 Secunden empfindlich sind.

Plöfsl hatte früher für Hrn. Prof. Purkinje zu mikroskopischen Forschungen Prismen gemacht, welche den Querschnitt Fig. 28 hatten. Es waren Abschnitte rechtwinkliger Prismen; zwei anliegende Winkel A und $B = 45^\circ$, die anderen C und $D = 135^\circ$. Sie dienten vollkommen gut zur Hervorbringung der Erscheinungen. Von dem Gegenstande Fig. 24 erschien bei der ersten Lage Fig. 29 das Spiegelbild parallel gestellt; bei der zweiten um 45° abweichenden Lage Fig. 29_2 eben dasselbe Spiegelbild, aber schon um 90° gedreht; bei der dritten um 90° abweichenden Lage Fig. 29_3 auch das Spiegelbild, aber in der um 180° verschiedenen Stellung. War von dem Gegenstande durch ein erstes Prisma No. 1 bereits ein Spiegelbild gewonnen worden, wurde es fest gehalten und durch ein zweites No. 2 betrachtet, so erschien das wahre Bild des Gegenstandes, durch die doppelte Spiegelung wieder hergestellt, konnte aber dennoch durch die Umdrehung desselben, d. h. durch die Umdrehung von No. 2 zum Rotiren

mit doppelter Winkelgeschwindigkeit nach der Seite der Drehung gebracht werden. Hält man aber das Prisma No. 2 fest und dreht das No. 1 nach Rechts herum um die Sehaxe, so weicht begreiflich das Bild um die doppelte Winkelgeschwindigkeit nach Links zu ab.

Die combinirten beiden Prismen zugleich rechts oder links um die Sehaxe gedreht, lassen das Bild unverrückt in seiner Stellung, weil die zweifache innere Reflexion wieder das ursprüngliche Verhältnifs herstellt. Diese Wirkung ist dieselbe wie bei einem Fresnel'schen Parallelepiped, durch welches hindurch man auch die Gegenstände nach der zweimaligen totalen inneren Reflexion unverrückt an ihrer Stelle erblickt. Aber das Licht erleidet bei der totalen Reflexion an der inneren Seite der Glasfläche eben diese Zerlegung in zwei senkrecht auf einander polarisirte Strahlen, und man kann schon mit dem stumpfwinkligen Prisma der Fig. 27, wenn man anstatt eines Gegenstandes, oder der objectiven Büschelfigur in Fig. 24 unmittelbar eine geradlinig polarisirte Lichtfläche betrachtet, auch die gänzlich gleiche Drehung der Polarisationsbüschel mit doppelter Winkelgeschwindigkeit hervorbringen, wie bei dem Fresnel'schen Parallelepiped.

Das Fresnel'sche Parallelepiped dreht die Büschel mit doppelter Winkelgeschwindigkeit, läfst aber die Gegenstände in ihrer Erscheinung unverrückt stehen. Ein Glimmerblatt läfst, wie dieses Parallelepiped, die Gegenstände in ihrer natürlichen Lage wahrnehmen, und dreht die Büschel mit derselben doppelten Winkelgeschwindigkeit. Das dreiseitige Prisma dreht die Büschel mit doppelter Winkelgeschwindigkeit, nimmt aber auch die Bilder der Gegenstände selbst mit derselben doppelten Winkelgeschwindigkeit mit fort.

Aber so deutlich man das letztere beobachten kann, so ist die Wahrnehmung der Büschel durch das dreiseitige, oder durch das oben Fig. 28 abgebildete, für Purkinje gefertigte Prisma sehr schwierig, weil man nur kleine Flächen auf einmal übersieht. Ganz unzweifelhaft sah ich die

Lage der Büschel bei der Betrachtung der zwei contrastirenden, senkrecht auf einander polarisirten Bilder der dichroskopischen Lupe durch Purkinje's Prisma, weil es dabei möglich ist, die Netzhaut durch abwechselnde Betrachtung der zwei Bilder in jeder Lage des Prismas neuerdings zu reizen.

Die Erscheinung der doppelten Winkelabweichung eines Gegenstandes erhält man auch, wenn in der Fig. 18 die Linien *CD* und *GH* zwei gekreuzte Spiegel vorstellen, oder ihre Hälften *GM* und *CM*, wenn man sich mit dem oberen linken Quadranten begnügt. In dem Spiegel *CM* erscheint *AM* in der Lage *EM*. In dem Spiegel *GM* dasselbe *AM* in der Lage *FM*, mit *ME* eine gerade Linie hervorbringend, weil $GMA + AMC = 90°$, und also $2GMA + 2AMC = 180°$ ist. Dieselbe Wirkung haben natürlich alle Quadranten.

Unendlich dünne zu beiden Seiten vollkommene Spiegel würden einen wie *AB* liegenden Büschel genau in die Lage *EF* bringen, aber jedes Ende des zweiten aus beiden Enden von *AB* bestehend.

Ein Unterschied wird jedoch stattfinden, dafs nämlich, wenn *CD* der Hauptschnitt ist, das Bild von *A* auf *F*, gegen das Bild von *B* auf *F* vorauseilen, das Bild von *A* auf *E* gegen das Bild von *B* auf *E* in den Schwingungen zurückbleiben wird, wodurch sich der Charakter der circularen Polarisation auch in dem, auf den ursprünglichen senkrecht stehenden Büschel herausstellt. Es giebt ja keine Schwingungen nach *EF*, sondern sie finden alle parallel der Linien *CD* und *GH* statt in den zwei vereinigten Wellensystemen, die für die circulare Polarisation um ein Viertel einer Undulation verschieden sind. Die Theilchen des Lichtäthers können nur in der Richtung der Ebene schwingen, in der sie an einander gereiht sind. Die Krystallisation, die Anordnung der Materie und des Aethers in Ebenen senkrecht auf den Elasticitätsaxen der Krystalle, findet hier in der Erscheinung der Büschel wenigstens ein Bild in Verhältnissen bekannter greifbarer Gegenstände, mit dem

sie bis in die kleinsten Details verglichen zu werden verdienen.

Man kann durch ein sehr leichtes unmittelbares Verfahren zweierlei senkrecht auf einander stehende Lichtwellensysteme mischen, indem man sich einer Vorrichtung wie Fig. 30 bedient. Der Lichtstrahl *GH* fällt unter dem Polarisationswinkel bei *H* auf einen schwarzen Spiegel, und wird durch Reflexion polarisirt von *I* in das Auge *K* geworfen. Der Lichtstrahl *QR* geht durch die durchsichtige Platte *EL* und vereinigt sich mit *IK*, ist aber durch Transmission, also senkrecht auf dem vorhergehenden polarisirt. Man kann das Licht *G* durch eine farbige Glasplatte *NM*, das Licht *Q* durch eine andere farbige Glasplatte *OP*, oder auch nur einen dieser Strahlenbündel beliebig färben, und erhält *IK* von der aus beiden Farben gemischten Schattirung. Man sondert sie leicht und vollkommen wieder von einander, wenn man sie durch den Doppelspath untersucht, z. B. durch die dichroskopische Lupe, mit der man in der Richtung *KI* hinsieht. Da man vielerlei Farben in den Gläsern mit einander verwechseln kann, so etwa die Complementarfarben, oder andere reiche Farbentinten, so giebt diese Vorrichtung Veranlassung zu mancherlei recht hübschen Farbencontrasten, die aufgesucht zu werden verdienen. Man bildet in dieser Hinsicht künstliche Dichroite. Es ist dabei vortheilhaft, immer den Strahl *GH* heller zu halten als den Strahl *QR*, der immer noch viel ordinäres, nicht polarisirtes Licht mit sich führt, oder auch den letzteren durch mattgeschliffene Glasplatten zu dämpfen.

Es war mir nicht möglich, durch das Herumdrehen dieses Apparates, den Büschel einer breiten Fläche geradlinig polarisirten Lichtes zum Drehen mit doppelter Winkelgeschwindigkeit zu bringen. Selbst das Drehen der durch den Apparat betrachteten dichroskopischen Lupe gab keine Spur von Einwirkung. Die Flächen *MI* und *EL* schienen jede einzeln analysirend zu wirken.

Hält man zwei parallel hintereinander in der Lage wie *CD* Fig. 19 folgende Glimmerblättchen vor eine Fläche ge-

radlinig polarisirten Lichts wie *A'B'*, so erscheint der Büschel anfänglich ebenfalls vertical. Hält man das der Fläche *A'B'* nähere Blättchen No. 1 fest und dreht das entferntere, oder näher dem Auge liegende No. 2 oben rechts, unten links, so folgt der Büschel der Richtung der Bewegung nach rechts, als ob nur ein Glimmerblättchen vorhanden wäre. Hält man aber No. 2 fest und dreht No. 1 rechts, so weicht der Büschel mit doppelter Winkelgeschwindigkeit *links* ab. So überraschend die Erscheinung ist, so ist sie doch von demselben Gesetz abhängig, wie die erste dem Anscheine nach einfachere.

Es sei *AB*, Fig. 31, der Hauptschnitt des unbeweglichen Glimmerblättchens No. 2 *P*, *A'B'* die Polarisationsebene der Lichtfläche *N*. Das Glimmerblättchen No. 1 oder *O* wird oben rechts gedreht unter dem Winkel $i = A'MC$, so daſs sein Hauptschnitt die Lage *CD* erhält. Der Büschel wird die doppelte Winkeldistanz $2i$ zurücklegen, oder in der Richtung *EF* erscheinen. Dieser Büschel nun wird durch das Blättchen No. 2 oder *P* betrachtet, und da der Hauptschnitt von *P* die Lage *AB* besitzt, so muſs der Büschel um den Winkel $2EMA$ oder *EMG* jenseits *AB* erscheinen. Der Bogen *GMA* ist aber $= 2A'MC$, oder der doppelten Winkeldistanz, aber entgegengesetzt links genommen.

Die Erscheinung hat ihr genaues Analogon in dem oben beschriebenen Versuch mit den zwei Prismen Purkinje's, von welchen das dem Gegenstande nähere No. 1 gedreht wird.

Man sieht leicht, daſs die Form- und Gröſsenverhältnisse der Fig. 30 nur der Deutlichkeit der Darstellung wegen angenommen wurde. Um die Beobachtungen in der Wirklichkeit zu machen, ist es vortheilhaft Glimmerblättchen anzuwenden, die doch einige, etwa 3 bis 6 Zoll breit und hoch sind, und auf welchen man die Lage der zwei senkrecht auf einander stehenden Hauptschnitte verzeichnet hat. Man kann sich der Erscheinung der Büschel selbst sehr leicht bedienen.

Digitized by Google

Um die Drehung der Büschel wahrzunehmen, ist es nicht etwa nothwendig ein klares Krystallblättchen, oder eine geschliffene Platte zu haben. Jeder Quarzkrystall, sey er noch so gestreift oder dick, jede Theilungsgestalt von Doppelspath kann man zur Beobachtung anwenden, selbst wenn die Flächen matt geschliffen sind, oder wenn man etwa nur Geschiebe von Quarz oder Topas versucht. Das einzige, was zur Hervorbringung des Phänomens erforderlich bleibt, ist ein hinlänglicher Grad von Klarheit und regelmäfsige Krystallisation im Inneren.

II. *Ueber eine eigenthümliche Art der Isomorphie, welche eine ausgedehnte Rolle im Mineralreiche spielt; von Th. Scheerer in Christiania.*

Die erste Veranlassung zur Auffindung dieser Art der Isomorphie, von deren Eigenthümlichkeit und ausgedehntem Auftreten im Mineralreiche in diesem Aufsatze die Rede seyn wird, ist mir durch die Untersuchung zweier Mineralien gegeben worden. Das eine dieser Mineralien ist ein zuvor bekanntes, nämlich der *Cordierit*, das andere dagegen bildet eine neue Mineralspecies, welcher ich den Namen *Aspasiolith* beigelegt habe. Zuerst werde ich meine Beobachtungen über diese beiden Mineralien mittheilen, und dann das darauf Basirte folgen lassen.

1) *Cordierit.* Der von mir untersuchte Cordierit findet sich in der Nähe der Küstenstadt Krageröe im südlichen Norwegen, etwa 5 geographische Meilen in nordöstlicher Richtung von der in demselben Küstenstriche belegenen Stadt Tvedestrand, dem bekannten Fundorte des schönen blauen Cordierit, rothen Granat und krystallisirten Titaneisens. Der Cordierit von Krageröe ist durch keine so intensiv blaue Farbe ausgezeichnet, wie der von Tvedestrand; er wird meistens nur licht amethystfarbig oder völlig

Digitized by Google

farblos angetroffen, wodurch er viel Aehnlichkeit mit dem gemeinen Fettquarz erlangt.

Eine genaue Analyse des Cordierit ist, wegen des beträchtlichen Thonerde- und Talkerde-Gehaltes dieses Minerals, keine leichte Aufgabe. Die Trennung beider Erden durch kaustisches Kali oder (beim Vorhandenseyn einer bedeutenden Menge aufgelöster Ammoniaksalze) durch kaustisches Ammoniak, läfst sich bekanntlich nur in dem Falle anwenden, wenn eine der beiden Erden in verhältnifsmäfsig geringer Menge vorhanden ist. Ich bediente mich deshalb einer andern Methode, welcher Heinrich Rose, in seinem Handbuche der analytischen Chemie, für solche Fälle den Vorzug giebt, in denen gröfsere Mengen beider Erden von einander getrennt werden sollen. Von der hierzu erforderlichen Auflösung des doppelt kohlensauren Natron brachte ich eine beträchtliche Quantität in eine geräumige Kolbenflasche, und fügte die saure Solution, welche die Thonerde und Talkerde (nebst der kleinen Quantität Eisenoxyd) des Cordierit enthielt, und deren Volum wenigstens 50 mal kleiner war, als das der Solution des doppelt kohlensauren Natron, tropfenweise hinzu, indem ich, nach jedem hinzugefügten Tropfen, die Flüssigkeit in der Flasche schwach umschüttelte. Auf diese Weise schien mir die Trennung noch besser gelingen zu müssen, als wenn, umgekehrt, das doppelt kohlensaure Natron in die Auflösung der Erden gegossen worden wäre. Inzwischen fand ich, dafs auch die auf solche Weise gefällte Thonerde nicht frei von Talkerde war. Sie wurde deshalb, nach vorhergegangener Filtration und Auflösung in Salzsäure, nochmals derselben Behandlung unterworfen. Aber auch die hierbei abgeschiedene Thonerde war nicht ganz talkerdefrei, wie sich später bei ihrer Behandlung mit kaustischem Kali zeigte, wobei ein hauptsächlich aus Eisenoxyd bestehender Rückstand ungelöst blieb, von welchem noch geringe Mengen Thonerde und Talkerde getrennt wurden. Die Hauptmenge der Talkerde, welche sich in der Solution des doppelt kohlensauren Natron gelöst befand, wurde, unter Anwendung der

der dabei nothwendigen Vorsichtsmaſsregeln, durch Kochen u. s. w. abgeschieden, nachdem zuvor die kleine Quantität Eisenoxyd, welche sich in dem groſsen Ueberschusse der alkalischen Flüssigkeit zugleich mit der Talkerde gelöst hatte, durch einige Tropfen Ammonium-Sulfhydrat weggeschafft worden war. Auch dieſs Schwefeleisen enthielt eine kleine Menge Talkerde.

Zwei Analysen des Cordierit von Krageröe, bei denen die Trennung der Thonerde von der Talkerde auf die angegebene Weise bewerkstelligt wurde, gaben folgende Resultate:

	I.	II.	Im Mittel.
Kieselerde	50,44	50,44	50,44
Thonerde	33,22	32,68	32,95
Talkerde	12,43	13,08	12,76
Kalkerde	1,08	1,17	1,12
Eisenoxydul	0,79	1,12	0,96
Manganoxydul	Spur	Spur	Spur
Wasser	1,17	0,87	1,02
	99,13	99,36	99,25.

Die Menge der Kieselerde konnte nur bei der einen dieser Analysen bestimmt werden, da das Mineral bei der andern nicht durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron [1]), sondern durch Fluſssäure aufgeschlossen wurde. Das Verhältniſs des Sauerstoffs der Kieselerde zu dem der Thonerde und zu dem der 1 und 1 atomigen Basen ergiebt sich hiernach wie:

$$\dddot{Si} \quad \dddot{Al} \quad \dot{R}$$
$$26,20 : 15,26 : 5,48$$

wenn man nämlich annimmt, daſs die geringe Menge Eisen als *Oxydul* im Mineral vorhanden sey. Dieſs dürfte aber schwerlich der Fall seyn, da der analysirte Cordierit fast

1) Die Schmelzung geschah vermittelst des Plattner'schen Apparats. Die Masse war nicht geflossen, wurde aber *vollkommen* durch Salzsäure zersetzt. Ich habe mich durch mehrfache Versuche davon überzeugt, daſs dieser Apparat ein groſser Gewinn für den mineralogischen Chemiker ist, welcher durch denselben viel Zeit und Mühe sparen kann.

Digitized by Google

völlig farblos war und auch nicht den geringsten Stich ins Grünliche zeigte, während es bekannt ist, dafs verhältnifsmäfsig sehr kleine Quantitäten Eisenoxydul hinreichend sind, um einem (nicht pulverförmigen) Silicate eine deutlich grüne Farbe zu ertheilen, sobald diefs natürlich nicht durch andere färbende Substanzen verhindert wird. Nimmt man daher, gewifs mit mehr Recht, das Eisen im Zustande des *Oxyds* an, so wird das Sauerstoffverhältnifs:

$$\begin{matrix} \dddot{Si} & \dddot{\bar{R}} & \dot{R} \\ 26{,}20 : & 15{,}64 : & 5{,}26. \end{matrix}$$

Diefs entspricht sehr nahe der Formel:

$$\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si},$$

nach welcher das Sauerstoffverhältnifs seyn sollte:

$$26{,}20 : 15{,}72 : 5{,}24.$$

Die angeführte Formel ist aber die des sogenannten harten Fahlunit, während die des Cordierit, nach Berzelius, bisher zu

$$3 \dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 8 \dddot{\bar{Al}} \dddot{Si}$$ [1])

angenommen wurde. Das Sauerstoffverhältnifs zufolge dieser letzten Formel ist gleich:

$$\begin{matrix} \dddot{Si} & \dddot{\bar{Al}} & \dot{R} \\ 26{,}20 : & 14{,}97 : & 5{,}62, \end{matrix}$$

nähert sich also dem zuerst angeführten, welches sich ergab, als das Eisen im Cordierit von Krageröe als Oxydul berechnet wurde. Da mir jedoch zu dieser Annahme kein hinreichender Grund vorhanden scheint, so gebe ich der einfacheren Formel $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}$ den Vorzug.

Hiernach kommt es darauf an zu untersuchen, ob nicht durch dieselbe einfachere Formel auch die Zusammensetzung der Cordierite anderer Fundorte ausgedrückt werden könne. Es ist aber das Sauerstoffverhältnifs:

1) im Cord. v. Bodenmais, n. Stromeyer	25,12 : 14,81 : 5,90
2) im Cord. v. Simiutak, n. Demselben	25,51 : 15,47 : 5,43
3) im Cord. v. Orijerfvi, n. Demselben	25,22 : 14,82 : 5,83

1) eigentlich $\dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + 2 \dddot{\bar{Al}} \dddot{Si} + 2[\dot{Mg}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\bar{Al}} \dddot{Si}]$.

4) in demselben Cord., n. v. **Bonsdorff**	25,95 : 15,36 : 5,18
5) in demselben Cord., n. **Thomson**	25,21 : 14,71 : 6,23
6) im Cord. v. Connecticut, n. **Demselben**	25,78 : 13,41 : 6,39

und im Mittel aus diesen 6 Analysen:

$$\dddot{Si} \quad \dddot{Al} \quad \dot{R}$$
$$25{,}47 : 14{,}76 : 5{,}83$$

während es, nach der Formel $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{Al} \dddot{Si}$, seyn sollte:

$$25{,}47 : 15{,}27 : 5{,}09.$$

Nimmt man jedoch an, dafs auch in diesen Cordieriten ein kleiner Theil Eisen als Oxydul vorhanden sey, so kann dieses Durchschnitts-Verhältniss zu

$$\dddot{Si} \quad \dddot{R} \quad \dot{R}$$
$$25{,}47 : 15{,}27 : 5{,}37$$

umgeformt werden, welches alsdann so nahe der Formel

$$\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{R} \dddot{Si}$$

entspricht, dafs diese einfachere Formel mir hiernach zu verdienen scheint für alle Cordierite angenommen zu werden. Inzwischen kommt es auf diese Annahme, in Bezug auf die späterhin aus der Zusammensetzung des Cordierit zu ziehenden Schlüsse, wie wir sehen werden, durchaus nicht an, sondern es kann hierbei eben so gut die andere Formel für die richtige angesehen werden. Es erschien mir jedoch, wegen der sich ergebenden Uebereinstimmung der Formel des Cordierit mit der des ihm sehr nahe stehenden harten Fahlunit, nicht ganz ohne Interesse diese beiläufige Betrachtung anzustellen. —

2) *Aspasiolith.* In den meisten seiner mineralogischen Kennzeichen, besonders in Farbe, Glanz, Pelluciditát und Härte, hat diefs an derselben Fundstätte wie der eben gedachte Cordierit vorkommende Mineral [1]) grofse Aehnlichkeit mit Serpentin. Am häufigsten ist es von grüner Farbe in verschiedenen, meist lichten Nüancen, wie Lauchgrün, Spargelgrün, Oelgrün u. s. w. Mitunter kommen auch Par-

1) Beide Mineralien wurden mir durch die HH. **Dahl** und **Weibye** aus Krageröe (Bergstudirende an hiesiger Universität) zugestellt, deren Güte ich bereits mehrere interessante Mineralien verdanke.

tien desselben von brauner oder rothbrauner Farbe vor, was aber nur von interponirtem Eisenoxyd herzurühren scheint. Das spec. Gewicht des Aspasiolith ist etwas gröſser als das Serpentin, nämlich = 2,764 (nach dem Trocknen im Wasserbade und Auskochen unter Wasser). Ganz reine Stücke desselben sind nur wenig härter als Kalkspath. In den verschiedenen Handstücken, welche ich von diesem Minerale besitze, ist dasselbe mit Cordierit, Quarz, Feldspath und Glimmer (zuweilen auch mit Titaneisen) verwachsen, welches Mineralgemenge in dem durch verschiedene talkerdehaltige Mineralien ausgezeichneten Urgneuse von Krageröe auftritt. Nur selten, so weit meine jetzige Erfahrung reicht, kommt es krystallisirt vor. Ich besitze zwei Bruchstücke von deutlichen gröſsern Krystallen desselben, von denen der eine $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser hat, und der andere, dessen Durchmesser, wegen des fehlenden Stückes, sich nicht genau bestimmen läſst, jedenfalls noch gröſser gewesen ist. Von der Form dieser Krystalle und einem besonderen Umstande bei denselben wird im Folgenden die Rede seyn.

Vor dem Löthrothe zeigt der Aspasiolith kein charakteristisches Verhalten. Er ist unschmelzbar, giebt im Kolben Wasser und reagirt, mit Phosphorsalz und Borax behandelt, auf Kieselerde und Eisen. Durch eine vorläufige qualitative Untersuchung wurden in demselben hauptsächlich Kieselerde, Thonerde, Talkerde, Eisenoxydul und Wasser gefunden. Zwei Analysen, bei denen ich die Trennung der Talkerde von der Thonerde auf die vorgedachte Weise bewerkstelligte und das sehr fein gepulverte Mineral vermittelst kochender Salzsäure aufschloſs, ergaben folgende Zusammensetzung:

	I.	II.	Im Mittel.
Kieselerde	50,29	50,51	50,40
Thonerde	32,40	32,35	32,38
Talkerde	8,04	7,97	8,01
Kalkerde	Spur	Spur	Spur
Eisenoxydul	2,30	2,39	2,34
Manganoxydul	Spur	Spur	Spur
Wasser	6,58	6,88	6,73
	99,61	100,10	99,86

Das dem Mittel dieser beiden Analysen entsprechende Sauerstoffverhältnifs ist gleich:

$$\begin{array}{ccccccc} \ddot{Si} & & \ddot{Al} & & \dot{R} & & \dot{H} \\ 26,18 & : & 15,12 & : & 3,63 & : & 5,98. \end{array}$$

Versucht man es hiernach eine Formel für den Aspasiolith ausfindig zu machen, so gelingt diefs, auf dem gewöhnlichen Wege, durchaus nicht. Man erhält hierbei, selbst wenn man sich kleine Abweichungen von diesen Proportionen gestattet, ganz unwahrscheinliche Ausdrücke, ohne alle Harmonie mit der Formel des Cordierit, obwohl doch, wie gleich gezeigt werden soll, beide Mineralien durch die Verhältnisse ihres Zusammenvorkommens in sehr inniger Beziehung zu einander stehen. Ganz anders gestaltet sich aber dieses Resultat bei folgender Betrachtung.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Aspasiolith mit der des Cordierit von Krageröe, so findet man, dafs Kieselerde und Thonerde in beiden Mineralien sehr nahe in demselben Verhältnisse stehen, und dafs es hauptsächlich nur die in Folge des bedeutenden Wassergehaltes verringerte Talkerdemenge ist, wodurch sich die Mischung des ersteren von der des anderen unterscheidet. Dieses Verhältnifs, welches schon an und für sich etwas Auffallendes hat, erhält dadurch eine grofse Bedeutung, *dafs beide Mineralien ganz dieselben Krystallformen besitzen*, nämlich rhombische Säulen von 120° mit Combinationen von $0P$, $\infty\bar{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$, also die gewöhnliche Krystallform des Cordierit. Eine noch innigere Verwandtschaft beider Mineralspecies wird aber noch dadurch angedeutet, dafs sich nicht sowohl, *an ein und demselben Handstücke*, die vollkommensten Uebergänge aus dem einen Minerale in das andere finden, sondern vor Allem dadurch, *dafs jene Krystalle theilweise aus Aspasiolith und theilweise aus Cordierit bestehen.* Besonders der Kern derselben wird von letzterem Minerale gebildet, und dieser verläuft sich, wie man sich nicht blos durch die verschiedene Farbe beider Mineralien, sondern auch durch die so sehr verschie-

denen Härtegrade derselben (fast wie Quarz und Kalkspath) überzeugen kann. Dafs hier auch nicht im Entferntesten an eine Verwitterung oder dergleichen zu denken seyn könne, dafür spricht das völlig frische, keine Spuren der Zersetzung an sich tragende und fest verwachsene Mineralgemenge, in welchem Cordierit und Aspasiolith als Gemengtheile auftreten. Keines der hier vorkommenden Mineralien (auch nicht der Glimmer und der Feldspath) hat das Mindeste von seinem Glanze und seinem frischen Bruche eingebüfst. Es mufs sich also unter diesen Umständen der Gedanke aufdrängen: dafs beide Mineralien, Cordierit und Aspasiolith, *isomorph* seyen, und dafs diese Isomorphie darin ihren Grund habe, *dafs eine gewisse Menge Wasser eine gewisse Menge Talkerde zu ersetzen vermag.* Durch Rechnung ergiebt sich, dafs solchenfalls *drei* Atome Wasser *ein* Atom Talkerde ersetzen würden. Nehmen wir diefs nämlich an und substituiren das im Aspasiolith enthaltene Wasser nach diesem Verhältnisse durch Talkerde [1]), so erhalten wir für dieses Mineral ein Sauerstoffverhältnifs von:

$$\dddot{Si} \quad \dddot{Al} \quad \dot{R}$$
$$26{,}18 : 15{,}12 : 5{,}63$$

während diefs Verhältnifs beim Cordierit von Krageröe gefunden wurde:

$$26{,}20 : 15{,}26 : 5{,}48.$$

1) Nach dem *Verhältnisse* nämlich von 3 At. $\dot{H}$ zu 1 At. $\dot{Mg}$, also von $3\times112{,}48=337{,}44$ zu 258,35; für jeden *Gewichtstheil Wasser* daher $\frac{258{,}35}{337{,}44}=0{,}766$ *Gewichtstheile Talkerde.* Für die nach meiner Analyse im Aspasiolith enthaltenen 6,73 Procent Wasser sind folglich $6{,}73\times0{,}766=5{,}15$ Procent Talkerde zu substituiren. — Bei der Berechnung des Sauerstoffverhältnisses hat man, wie sich aus dem Gesagten unmittelbar ergiebt, nicht nöthig erst eine solche Substitution vorzunehmen, und dann den Sauerstoff der hierdurch vergröfserten Talkerdemenge zu berechnen; sondern man braucht nur den Sauerstoffgehalt des Wassers durch 3 zu dividiren und den erhaltenen Quotienten zum Sauerstoff der Talkerde zu addiren, wodurch also im vorliegenden Falle der gesammte Sauerstoffgehalt von $\dot{R}=3{,}63+\frac{1}{3}\times5{,}98=5{,}63$ wird, wie sich derselbe oben angeführt findet. —

Beide Sauerstoffverhältnifse werden einander also durch jene Substitution so gut wie vollkommen gleich. Will man auch beim Aspasiolith annehmen, dafs ein kleiner Theil (etwa die Hälfte des darin vorhandenen) Eisen als Oxyd vorkomme, so wird dadurch das Sauerstoffverhältnifs seiner Bestandtheile nur wenig verändert, nämlich gleich:

$$\dddot{Si} \quad \dddot{R} \quad \dot{R}$$

$$26{,}18 : 15{,}52 : 5{,}37$$

und rückt dadurch demjenigen Sauerstoffverhältnisse nahe, welches sich ergiebt, wenn man den geringen Eisengehalt des Cordierit von Krageröe als Oxyd berechnet, für welchen Fall dasselbe früher schon zu

$$26{,}20 : 15{,}64 : 5{,}26$$

angeführt wurde. Welcher Ansicht man also in dieser Beziehung auch zugethan sey, so ergiebt es sich in jedem Falle: *dafs die gleichen Krystallformen des Cordierit und Aspasiolith durch die Annahme erklärt werden können, dafs 3 Atome Wasser 1 Atom Talkerde isomorph zu ersetzen vermögen.* Ein solches durch einstweiligen Mangel aller Analogie sehr auffallendes Resultat konnte natürlicherweise, trotz der dafür sprechenden Thatsachen, nicht sogleich als ein vollkommen feststehendes angenommen werden, und ich machte mich daher an die Arbeit, die Richtigkeit desselben möglicherweise auch von anderen Seiten her einer Prüfung zu unterwerfen. Es liefs sich erwarten, dafs sich diese eigenthümliche Art der Isomorphie nicht ausschliefslich durch ein alleinstehendes Factum manifestiren könne, sondern dafs dieselbe, wenigstens im Mineralreiche, eine mehr oder weniger ausgedehnte Rolle spielen müsse, und dafs sich daher auch aus der Zusammensetzung anderer wasserhaltiger Mineralien Belege für die Richtigkeit meiner Ansicht auffinden lassen würden. Am nächsten schien es mir zu liegen, eins der am häufigsten vorkommenden wasserhaltigen Talkerde-Silicate, den Serpentin, einer näheren Betrachtung in dieser Hinsicht zu unterwerfen.

3) *Serpentin.* Die Analysen von Serpentinen verschiedener Fundorte haben, wie aus der folgenden Zusammen-

Digitized by Google

stellung zu ersehen ist, Resultate geliefert, die nicht wenig von einander abweichen.

Serpentin von:	$\dddot{Si}$	$\dot{Mg}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Fe}$	$\dot{Mn}$	$\dot{H}$	Andere Stoffe:
1) Snarum, nach Hartwall	42,97	41,66	—	2,23	—	12,27	0,87 $\dddot{Al}$
2) Sala, nach Lychnell	42,16	42,26	—	1,98	—	12,33	1,03 Bitumen und $\ddot{C}$
3) Gullsjö, nach Mosander	42,34	44,20	—	—	—	12,38	0,89 $\ddot{C}$
4) Snarum, n. meiner Analyse [1])	40,71	41,48	—	2,43	—	12,61	2,39 $\dddot{Al}$
5) New-York, nach Beck	41,00	41,26	2,39	1,85	—	13,50	—
6) Fahlun, nach Jordan	40,32	41,76	—	3,33	—	13,54	—
7) Hoboken, nach Lychnell	41,67	41,25	—	1,48	—	13,80	1,37 Bitumen und $\ddot{C}$
8) Fahlun, nach Marchand	40,52	42,05	—	3,01	—	13,85	0,21 $\dddot{Al}$
9) Philipstad, nach Stromeyer	41,66	37,16	—	4,05	2,02	14,72	—
10) ? nach John	42,50	38,63	0,25	1,35	0,56	15,20	1,00 $\dddot{Al}$
11) Massachusets, nach Shepard	40,08	41,40	—	2,70	—	15,67	—
12) Bare Hills nach Vanuxem	42,69	40,00	—	1,16	—	16,11	0,87 $\ddot{C}$
13) New-York, nach Beck	40,50	38,00	—	—	—	21,00	—

Am auffallendsten ist die Abweichung dieser verschiedenen Resultate von einander in Betreff des Wassergehaltes, welcher zwischen den Gränzen 12,27 und 21,00 schwankt. Berechnet man die Sauerstoffverhältnisse sämmtlicher Ser-

1) Auf die Trennung der Thonerde von der Talkerde wurde auch bei dieser Analyse eine besondere Sorgfalt verwendet.

pentine und setzt dabei 3 Atome Wasser = 1 Atom Talkerde, während man zugleich die kleinen Mengen Thonerde, welche in einigen dieser Serpentine gefunden wurden, als $\dddot{\mathrm{Al}}\dddot{\mathrm{Si}}$ in Abzug bringt, so ergeben sich folgende Proportionen:

	$\dddot{\mathrm{Si}}$		$\dot{\mathrm{R}}$
1)	21,91	:	20,27
2)	21,90	:	20,46
3)	21,99	:	20,78
4)	20,03	:	20,34
5)	21,30	:	21,09
6)	20,93	:	20,95
7)	21,65	:	20,39
8)	21,07	:	20,95
9)	21,64	:	20,12
10)	21,61	:	19,96
11)	20,82	:	21,28
12)	22,18	:	20,52
13)	21,04	:	20,93

und als Mittel aus diesen 13 Verhältnissen:

21,39 : 20,62,

welches gleich ist:

100 : 96,4.

Hieraus geht also hervor: 1) daſs sämmtliche betreffende Serpentine, *trotz ihres sehr verschiedenen Wassergehaltes*, nahe ein und dasselbe Sauerstoffverhältniſs von $\dddot{\mathrm{Si}}$ zu $\dot{\mathrm{R}}$ geben, sobald man das in denselben enthaltene Wasser, nach dem Verhältnisse von 3 $\dot{\mathrm{H}}$: 1 $\dot{\mathrm{Mg}}$, durch Talkerde substituirt, und 2) daſs dieses Sauerstoffverhältniſs, im Mittel aus 13 Analysen, wie 100 : 96,4 ist, also, mit Uebersehung der sehr geringen Differenz, = 1 : 1 gesetzt werden kann. Diese Differenz von 3,6 Procent wird leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, wie schwer es hält, ganz reinen, von jeder mechanischen Beimengung freien Serpentin zu erhalten, und wie leicht dieses Mineral durch zu scharfes Trocknen oder durch Verwittern (wodurch es

zugleich etwas kohlensäurehaltig wird) einen kleinen Theil seines Wassergehaltes einbüfst.

Aus dem Sauerstoffverhältnisse von $\dddot{S}$: $\dot{R}$ = 1 : 1 folgt für alle Serpentine die einfache Formel:

$$(\dot{R})^3 \dddot{Si},$$

wobei die Einklammerung des $\dot{R}$ andeuten soll, dafs in diesem Gliede ein gröfserer oder geringerer Theil der Talkerde und der damit isomorphen Basen ($\dot{F}e$, $\dot{M}n$ u. s. w.) durch eine entsprechende Menge Wasser in dem angegebenen Verhältnisse ersetzt ist. *Diese Formel ist aber gleich der des Olivin* [$\dot{R}^3 \dddot{Si}$], nur mit dem Unterschiede, dafs in letzterem *keine Talkerde* durch Wasser ersetzt ist. *Der Serpentin ist also als ein wasserhaltiger Olivin zu betrachten*, d. h. als ein Olivin, in welchem das Wasser, als isomorpher Bestandtheil, eine gröfsere oder geringere Menge der 1 und 1 atomigen Basen ersetzt, woraus sich die bekannte Thatsache erklärt, *dafs der krystallisirte Serpentin* (von Snarum) *dieselbe Krystallform besitzt wie der Olivin. Wie sich der Aspasiolith zum Cordierit verhält, so verhält sich der Serpentin zum Olivin.* —

Die ausgezeichneten Serpentinkrystalle von Snarum (von denen einige, bei verhältnifsmäfsiger Breite und Dicke, eine Länge von 4 Zoll und darüber erreichen) sind von einigen Mineralogen für Afterkrystalle nach Olivin in Anspruch genommen worden. Wer die Fundstätte derselben durch Autopsie kennt, wird einer solchen Ansicht sicherlich widersprechen müssen [1]). In der Olivin-Form dieser Krystalle liegt natürlich kein *Beweis* für eine solche Umwandlung, sondern nur allenfalls eine Aufforderung nach einem solchen Beweise *zu suchen*. Dieser Beweis ist aber bis jetzt noch nicht gefunden, und wird auch, wie ich mich durch genaue Besichtigung der betreffenden Fundstätte überzeugt habe, schwerlich je gefunden werden. Nirgends läfst

1) Dies hat Tamnau, welcher diese Fundstätte vor mehreren Jahren besuchte, bereits gethan. S. d. Ann. Bd. 42, S. 462. Ingleichen Böbert, im 1. Hefte der *Gäa norvegica*, S. 135.

Digitized by Google

sich bei dem Serpentin von Snarum eine solche Verwitterung oder anderweitige Zersetzung des Gesteins beobachten, wie sie alle (hier in Betracht kommenden) Pseudomorphosen zu begleiten pflegt. Die völlig frischen, durch Eisenoxydul-Silicat grün gefärbten Serpentinkrystalle sind entweder in eben so frischem, mit glänzenden Spaltungsflächen versehenen Magnesit [1]) oder in durchaus unzersetztem Titaneisen eingewachsen. Mitunter werden, beim Zerschlagen des letzteren, Serpentin-Partien *als Einschlüsse in demselben* angetroffen. Man gewahrt hier nirgends Klüfte, Spalten oder Drusenräume, welche an Infiltration, Gangbildung u. s. w. erinnern könnten, sondern Serpentin, Magnesit, Titaneisen, Glimmer und einige andere hier auftretenden Mineralien sind fest und innig mit einander verwachsen und bilden eine bandförmige Zone im Urgneuse, wie dies von Böbert in seinem Aufsatze »Ueber Serpentingebilde im Urgebirge auf Modum« [2]) nachgewiesen worden ist. Allerdings kommen an diesem Fundorte auch mehr oder weniger verwitterte und dann gewöhnlich, durch Oxydation des Eisenoxyduls zu Eisenoxyd, schmutzig gelblich oder bräunlich aussehende Serpentinkrystalle vor, und der gröfste Theil der in Sammlungen befindlichen Krystalle hat sogar dieses Aussehn; diese Thatsache hat aber einen sehr einfachen Grund, welcher der Olivin-Hypothese nicht unter die Arme greift. Alle diese Krystalle sind nämlich von dem der Witterung ausgesetzten, der Fels-Oberfläche zunächst gelegenen Theile der Serpentinmasse, oder dieselben safsen in den zahlreichen herabgerollten Bruchstücken, welche auf dem feuchten Boden Jahre lang der Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt waren. Solche Krystalle lösen sich, wegen der leichten Zerbröckelung des durch jene Einwirkung zerklüfteten Magnesit, sehr leicht aus ihrer Matrix, was bei den völlig frischen, durch Miniren aus den tiefer liegenden Theilen der Serpentinmasse erhaltenen Krystallen nur äufserst schwierig vollkommen zu er-

1) Wurde früher für Bitterspath gehalten. S. d. Ann. Bd. 65, S. 292.
2) S. *Gäa norvegica.* Heft 1, S. 127.

reichen ist, da sie fest mit der scharf anliegenden Matrix verwachsen sind.

Man könnte nun noch die Frage aufwerfen, warum denn nicht, da doch Aspasiolith und Cordierit neben einander vorkommen, auch Serpentin von Olivin begleitet werde? Diesen allerdings paradox erscheinenden Umstand werde ich am Schlusse dieses Aufsatzes in nähere Betrachtung ziehen. —

Nachdem die hier entwickelte, durch die erwähnten Verhältnisse zwischen Cordierit und Aspasiolith veranlaſste Theorie in den ganz analogen Verhältnissen zwischen Olivin und Serpentin eine zweite Stütze erhalten hatte, wurde es dadurch noch wahrscheinlicher gemacht, daſs die Rolle, welche diese Art der Isomorphie im Mineralreiche spielt, keine ganz beschränkte seyn könne. Dieſs hat sich denn auch wirklich, bei fortgesetzter Untersuchung, in mehr als zuvor geahntem Maaſse bewährt. In dem Folgenden werde ich die hauptsächlichsten der hier in Betracht kommenden Mineralien durchgehen, und diejenigen Formeln für dieselben entwickeln, welche sich ergeben, wenn man das Wasser als einen basischen Bestandtheil betrachtet, der, in dem angegebenen Verhältnisse (von 3 Atom zu 1 Atom), Talkerde, und folglich auch alle mit derselben isomorphen Basen, wie Eisenoxydul, Manganoxydul u. s. w., zu ersetzen vermag.

Um auf möglichst einfache Weise auszudrücken, daſs in einem Formelgliede $\dot{R}$ ein Theil der 1 und 1 atomigen Basen durch mehr oder weniger Wasser ersetzt ist, habe ich mich in solchen Fällen stets des Zeichens

$$(\dot{R})$$

bedient, wie dieſs bereits beim Serpentin geschehen ist. Die Formel des Aspasiolith wäre hiernach also gleich

$$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2 + 3\dddot{R}\,\dddot{Si}. —$$

Ehe ich zu den Resultaten meiner Berechnungen übergehe, will ich die hier in Rede stehende Art der Isomorphie, vom chemischen Gesichtspunkte aus, in Kürze noch

Digitized by Google

etwas näher beleuchten. Aus der Zusammensetzung des Aspasiolith und Serpentin ergiebt es sich, dafs im ersteren nicht *genau* 1 Atom $\dot{R}$ ($\frac{1}{3}$ aller im Cordierit vorhandenen 1 und 1 atomigen Basen) durch Wasser ersetzt ist, und ebenso, dafs der Wassergehalt des letzteren zwischen 12,27 und 21 Procent oscillirt, dafs derselbe also ebenfalls zu dem nicht durch Wasser erstatteten Theile der 1 und 1 atomigen Basen in keiner *festen atomistischen Proportion* steht. Diefs läfst sich, ganz im Sinne einer isomorphen Substitution, am einfachsten auf folgende Weise erklären. Aus dem Umstande, dafs 3 Atome Wasser 1 Atom Talkerde isomorph zu ersetzen vermögen, ergiebt sich unmittelbar, dafs Verbindungen wie $\dot{Mg}^3\dddot{Si}$, $\dot{Mg}^2\dddot{Si}+3\dot{H}$ und $\dot{Mg}\dddot{Si}+6\dot{H}$ gleiche Krystallform besitzen müssen. Solche Verbindungen können folglich, unter dieser gemeinschaftlichen Form, in allen möglichen Verhältnissen mit einander gemischt vorkommen, und dadurch jene *nicht festen Proportionen* in dem relativen Wasser- und Talkerdegehalte veranlassen, wie sie nicht blofs im Aspasiolith und Serpentin, sondern auch, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, in einer sehr grofsen Anzahl anderer wasserhaltigen Mineralien angetroffen werden. —

I. Silicate.

A. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen. (Dem Serpentin verwandte Mineralien.)

1) Gymnit. (Thomson.)

Sauerstoffverhältnifs:		Daraus folgende Formel:
$\dddot{Si}$	$(\dot{R})$	
20,86 :	20,56	$(\dot{R})^3\dddot{Si}$

$(\dot{R})$ ist bei diesem Minerale = 36,00 $\dot{Mg}$, 21,60 $\dot{H}$, 0,80 $\dot{Ca}$. Aufserdem fand Thomson im Gymnit noch 1,16 eisenhaltige Thonerde. Wird diese als Drittel-Silicat in Abzug gebracht, so wird das angeführte Sauerstoffverhältnifs zu etwa 20,36 : 20,56 verändert, also dem von 1 : 1 noch näher gebracht.

Digitized by Google

2) **Deweylit.** (Shepard.)

20,78 : 21,40 $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

$(\dot{R})$=40,0 $\dot{M}g$, 20,0 $\dot{H}$. Eine ähnliche Zusammensetzung hat das Kieseltalk-Hydrat von Baltimore, nach Allan.

3) **Villarsit.** (Dufrénoy.)

20,47 : 21,37 $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

$(\dot{R})$ nach 2 Analysen=45,33—47,37 $\dot{M}g$, 4,30—3,59 $\dot{F}e$, 2,86—2,42 $\dot{M}n$, 0,54—0,53 $\dot{C}a$, 0,46 $\dot{K}$, 5,80 $\dot{H}$.

4) **Dermatin.** (Ficinus.)

19,74 : 18,79 $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

$(\dot{R})$ nach 2 Analysen=23,70—19,33 $\dot{M}g$, 11,33—14,00 $\dot{F}e$, 2,25—1,17 $\dot{M}n$, 0,83—1,83 $\dot{C}a$, 0,50—1,33 $\dot{N}a$, 25,20—22,00 $\dot{H}$. Aufserdem noch 0,42—0,83 $\dddot{Al}$. Wird letztere als Drittel-Silicat in Abzug gebracht, so verändert sich das Sauerstoffverhältnifs zu 19,44 : 18,79.

5) **Chrysotil** (*Metaxit*). (Delesse.)

21,90 : 20,60 $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

$(\dot{R})$=41,9 $\dot{M}g$, 3,0 $\dot{F}e$, 13,6 $\dot{H}$, und aufserdem 0,4 $\dddot{Al}$. Eine ähnliche Zusammensetzung hat der schillernde Asbest von Reichenstein, nach v. Kobell, und der Baltimorit, nach Thomson. Das Sauerstoffverhältnifs des ersteren ist 22,4 : 20,04, und das des letzteren 20,57 : 19,45.

6) **Chlorophäit.** (Forchhammer.)

17,07 : 17,24 $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$

$(\dot{R})$=3,44 $\dot{M}g$, 21,56 $\dot{F}e$, 42,15 $\dot{H}$. —

Alle diese Mineralien, deren Wassergehalt zwischen 5,80 und 42,15 Procent wechselt, erhalten also dieselbe Formel wie der *Serpentin*, und sind in chemischer Hinsicht nur durch die verschiedenartige, aber isomorphe Zusammensetzung des Gliedes $(\dot{R})$ von demselben verschieden. Das einzige dieser Mineralien, welches bisher deutlich krystallisirt gefunden wurde, ist der Villarsit. Seine Krystallform gehört,

wie die des Serpentin, zum rhombischen System, allein die Säule des Villarsit hat Winkel von 120°, während die des Serpentin Winkel von 130° besitzt. Hiernach verhalten sich die Makrodiagonalen beider Säulen wie *tg* 65° : *tg* 60° =2,144 : 1,732, oder sehr nahe=5 : 4. Die Form des Villarsit kann also als eine aus der des Serpentin abgeleitete betrachtet werden.

7) Pikrophyll. (Svanberg.)

gefunden	25,87 : 16,35	[1]	$(\dot{R})^2 \dddot{Si}$
sollte seyn	25,00 : 16,66		

$(\dot{R})$=30,10 $\dot{Mg}$, 6,86 $\dot{Fe}$, 0,87 $\dot{Ca}$, Spur $\dot{Mn}$, 9,83 $\dot{H}$. Ferner 1,11 $\dddot{Al}$. Bringt man diese als Drittel-Silicat in Abrechnung, so wird das Sauerstoffverhältnifs=25,22 : 16,35, also sehr nahe wie 3 : 2. Die Analyse gab 1,52 Proc. Verlust.

8) Aphrodit. (Berlin.)

26,79 : 17,11	$(\dot{R})^2 \dddot{Si}$
26,79 : 17,86	

$(\dot{R})$ nach 2 Analysen=33,72—34,07 $\dot{Mg}$, 1,62—1,49 $\dot{Mn}$, 0,59—0,55 $\dot{Fe}$, 12,32—11,34 $\dot{H}$. Ferner 0,20—0,13 $\dddot{Al}$.

9) Spadait. (v. Kobell.)

29,09 : 15,38	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$
29,09 : 14,55	

$(\dot{R})$=30,67 $\dot{Mg}$, 0,66 $\dot{Fe}$, 11,34 $\dot{H}$. — 0,66 $\dddot{Al}$, 0,67 Verlust.

10) Pikrosmin. (Magnus.)

28,39 : 15,16	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$
30,00 : 15,00	

$(\dot{R})$ = 33,35 $\dot{Mg}$, 0,42 $\dot{Mn}$, 7,30 $\dot{H}$ (ammoniakhaltig). — 0,79 $\dddot{Al}$, 1,40 $\dddot{Fe}$, 1,85 Verlust.

1) Der leichteren Beurtheilung wegen habe ich bei jedem der folgenden Mineralien das sich *nach der von mir aufgestellten Formel* ergebende Sauerstoffverhältnifs *unter* das durch die Analyse gefundene gesetzt.

11) **Monradit.** (A. Erdmann.)

29,09 : 15,39 29,09 : 14,55	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$

$(\dot{R}) = 31{,}36\ \dot{Mg},\ 8{,}56\ \dot{Fe},\ 4{,}04\ \dot{H}$. — 0,4 Ueberschufs.

12) **Talk.** (Berthier.)

1) v. Kl. Bernhardt:

30,24 : 14,49 30,12 : 15,06	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$

2) v. St. Foix:

28,88 : 13,59 28,88 : 14,44	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$

Im ersten ist $(\dot{R}) = 33{,}2\ \dot{Mg},\ 4{,}6\ \dot{Fe},\ 3{,}5\ \dot{H}$; im letzteren $(\dot{R}) = 19{,}7\ \dot{Mg},\ 11{,}7\ \dot{Fe},\ 8{,}1\ \dot{Ca},\ 2{,}6\ \dot{H}$. Ferner enthält der Talk von St. Foix 1,7 $\dddot{Al}$. Bringt man diese als Zweidrittel-Silicat in Abzug, so wird das Sauerstoffverhältnifs = 27,69 : 13,59, also sehr nahe = 2 : 1.

13) **Meerschaum.**

1) v. Cabanas, nach Berthier, 27,95 : 15,14 2) v. Coulommiers, n. Dems., 28,05 : 15,22 3) v. Marokko, n. Damour, 28,57 : 14,28	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$

Alle 3 Sauerstoffverhältnisse sind mehr oder weniger nahe = 2 : 1. Dagegen hat Lychnell einen Meerschaum aus der Levante untersucht, welcher das Sauerstoffverhältnifs 31,62 : 14,11. Wurde dieser Meerschaum nicht zu scharf getrocknet, und war derselbe nicht verunreinigt, so müfste für ihn die Formel $\dot{Mg}\dddot{Si} + \dot{H}$ angenommen werden.

Spadait, *Pikrosmin*, *Monradit*, *Talk* und vielleicht auch *Meerschaum* haben, wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, ein und dieselbe chemische Formel. Der Wassergehalt im Gliede $(\dot{R})$ liegt zwischen den Gränzen 2,6 (Talk) und 20,0 (Meerschaum). Pikrosmin, Monradit und Talk kom-

kommen krystallisirt vor, und zwar alle drei *in Krystallen, die zu dem rhombischen Systeme gehören.* Beim Pikrosmin sind die stumpfen Winkel der rhombischen Säule gleich etwa 127°, beim Monradit 130°, und beim Talk 120°. Die rhombische Säule des Monradit und die des Pikrosmin stimmen also nahe mit der Säule des Serpentin überein, während die Säule des Talkes gleich der des Villarsit ist. Diese Uebereinstimmung kann befremden, da Serpentin und Villarsit die Formel $(\dot{R})^3 \dddot{Si}$, die andern drei genannten Mineralien aber die Formel $(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2$ haben. Analoge Fälle beweisen jedoch, dafs Mineralien, welche als verschiedene Sättigungsstufen eines und desselben (einfachen oder zusammengesetzten) Radicals betrachtet werden können, *in manchen Fällen* gleiche oder doch sehr nahe stehende Krystallformen besitzen [1]). —

14) Retinalith. (Thomson.)

$\dddot{Si}$	$(\dot{R})$	$\dot{Na}$	
21,07 :	13,22 :	4,82	$2(\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dot{Na}^2 \dddot{Si}$
20,25 :	13,50 :	4,50	

$(\dot{R})$ = 18,86 $\dot{Mg}$, 20,0 $\dot{H}$. — 0,62 $\dddot{Fe}$, 0,30 $\dddot{Al}$, 0,84 Verlust.

15) Einige serpentinähnliche Mineralien [2]). (Schweizer.)

1) v. Mont Rosa:
22,65 : 20,50;

1) Ich erinnere hiebei z. B. an den Speifskobalt und den Tesseralkies. Trotz dem der erstere die Formel $CoAs^2$, und der andere die Formel $CoAs^3$ hat, besitzen beide Mineralien genau dieselbe Krystallform. Ein anderes Beispiel liefern die Feldspäthe, deren atomistische Zusammensetzung folgendermafsen betrachtet werden kann:

$\dot{R}$	$\dddot{Al}$	$\dddot{Si}$	
3 :	3 :	4	= Anorthit
3 :	3 :	6	= Labrador, Ryakolith
3 :	3 :	8	= Andesin
3 :	3 :	9	= Oligoklas
3 :	3 :	12	= Orthoklas, Albit.

Die Feldspäthe sind also hiernach verschiedene Sättigungsstufen eines aus gleichen Atomen $\dot{R}$ und $\dddot{Al}$ zusammengesetzten Radicals.

2) S. Erdmann's und Marchand's Journ. f. pr. Ch., Bd. 32, S. 499.

2) v. Zermatt:

22,68 : 20,39;

3) v. Col de Breona:

22,97 : 19,30.

Im Mittel aus allen drei Analysen:

22,77 : 20,06 }
22,77 : 20,21 } $2(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Si}$

Im ersten Gliede dieser Formel besteht $(\dot{R})$ aus Talkerde, Wasser und Eisenoxydul, im zweiten dagegen hauptsächlich nur aus Talkerde. Folglich kann diese Formel, und wohl mit mehr Recht, auch geschrieben werden:

$$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dot{Mg}^2\dddot{Si}.$$

Alsdann ist sie ganz analog mit der des Retinalith.

16) Schillerspath. (Köhler.)

22,59 : 17,12 }
22,83 : 17,12 } $2(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$.

Die 1 und 1 atomigen Basen sind nach 2 Analysen = 25,86 bis 26,16 $\dot{Mg}$, 2,64 bis 2,75 $\dot{Ca}$, 10,92 $\dot{Fe}$, 0,54 bis 0,57 $\dot{Mn}$, 12,43 $\dot{H}$. Am natürlichsten erscheint es, dafs man im ersten Formelgliede, $2(\dot{R})^3\dddot{Si}$, *einen Theil* der Talkerde, ferner *alles* Eisenoxydul und Wasser als Drittel-Silicate annimmt, im zweiten Formelgliede, $(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$, aber den anderen Theil der Talkerde und sämmtliche Kalkerde als Zweidrittel-Silicate. Dadurch wird also die Formel zu

$$2(\dot{R})^3\dddot{Si}+\dot{R}^3\dddot{Si}^2$$

verändert. *Man kann also den Schillerspath als aus 2 Atomen Serpentin und 1 Atom Augit zusammengesetzt betrachten.* Dies steht in Harmonie mit der bekannten Thatsache, dafs das Vorkommen des Schillerspaths durchaus an serpentinführende Gesteine gebunden zu seyn scheint. — Bei dem obigen Sauerstoffverhältnisse wurden 2,37 $\dddot{Cr}$ und 1,28 bis 1,73 $\ddot{Al}$ nicht berücksichtigt. Welche Rolle diese Substanzen muthmafslich in der Zusammensetzung dieses Minerals spielen dürften, darüber wird später eine Vermuthung geäufsert werden.

17) **Krokydolith.** (Stromeyer.)

26,61 : 11,99	}	$3(\dot{R})\dddot{Si} + 2(\dot{R})^3\dddot{Si}^2$
26,61 : 11,40	}	

$(\dot{R})$ nach 2 Analysen $=$ 34,38 $\dot{Fe}$, 2,48 $\dot{Mg}$, 0,09 $\dot{Mn}$, 0,03 $\dot{Ca}$, 7,07 $\dot{Na}$, 4,80 $\dot{H}$. Diese Bestandtheile sind in dem Verhältnisse vorhanden, dafs die Formel auch

$$3(\dot{R})\dddot{Si} + 2\dot{Fe}^3\dddot{Si}^2$$

geschrieben werden kann, für welchen Fall $(\dot{R})$ sämmtliches Natron, Wasser und Talkerde enthält. Man vergleiche diese Formel mit der der Hornblende: $\dot{R}\dddot{Si} + \dot{R}^3\dddot{Si}^2$. — *Retinalith*, Schweizer's *serpentinähnliche Mineralien* (die wohl einen besonderen, gemeinschaftlichen Namen verdienen) und *Schillerspath* bilden also eine eigenthümliche Gruppe von Mineralien, welche zweigliedrige Formeln besitzen, in denen das eine Glied aus Serpentin besteht, also *wasserhaltig* ist, während das andere Glied durch ein *wasserfreies* Silicat gebildet wird, welches aber ebenfalls 1 und 1 atomige Basen enthält. Der *Krokydolith* steht einer wasserhaltigen Hornblende nahe.

B. Silicate von Talkerde und damit isomorphen Basen, verbunden mit Aluminaten oder Eisenoxydaten. (Chlorit und verwandte Mineralien.)

1) **Chlorit.**

$\dddot{Si}$	$\dddot{Al}$	$(\dot{R})$		
16,30 :	7,85 :	17,72	}	$2(\dot{R})^3\dddot{Si} + (\dot{R})\dddot{Al}$.
15,42 :	7,71 :	18,00	}	

Das angeführte Sauerstoffverhältnifs ist aus dem Mittel von 5 Analysen berechnet, nämlich nach v. Kobell's 2 Analysen des Chlorit von Achmatowsk, nach Desselben Analyse des Chlorit von Schwarzenstein, nach Varrentrapp's Analyse des Chlorit von Achmatowsk und nach v. Brüel's Analyse des Chlorit aus dem Zillerthal.

2) **Chloritschiefer.** (Varrentrapp.)

16,39 :	5,66 :	18,84	}	$3(\dot{R})^3\dddot{Si} + (\dot{R})\dddot{Al}$.
16,39 :	5,46 :	18,21	}	

Digitized by Google

Dieser Chloritschiefer war aus dem Pfitschthal. Die Zusammensetzung des Chlorit steht also in einer sehr einfachen Relation zu der des Chloritschiefers.

3) Ripidolith.

1) v. Rauris, nach v. Kobell:
13,54 : 8,63 : 16,04;
2) v. St. Gotthardt, nach Varrentrapp:
13,18 : 8,64 : 15,81;
3) a. d. Zillerthal, nach v. Kobell:
14,19 : 9,70 : 16,76.

Im Mittel aller 3 Analysen:

13,67 : 8,99 : 16,20
13,50 : 9,00 : 16,50 } $3(\dot{R})^3\dddot{Si}+2(\dot{R})\dddot{Al}$.

4) Pennin. (Schweizer.)

17,38 : 4,44 : 18,80
17,38 : 4,35 : 18,83 } $4(\dot{R})^3\dddot{Si}+(\dot{R})\dddot{Al}$.

Das Sauerstoffverhältnifs wurde nach dem Mittel von 2 Analysen berechnet.

5) Xanthophyllit. (Meitzendorff.)

8,47 : 20,53 : 13,20
8,80 : 19,80 : 13,20 } $4(\dot{R})^3\dddot{Si}+3(\dot{R})^2\dddot{Al}^3$.

Nach dem Mittel von 4 Analysen.

6) Leuchtenbergit. (Komonen.)

17,78 : 8,38 : 16,74
17,00 : 8,50 : 15,60 } $4(\dot{R})^2\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Al}^2$.

Hierbei wurde angenommen, dafs, wie auch Komonen angegeben hat, das Mineral kein Eisenoxydul, sondern 3,33 Eisenoxyd enthält. Der Leuchtenbergit ist schwach gelblich, fast farblos, kann also wohl keine 3,33 $\dddot{Fe}$ entsprechende Menge Eisenoxydul enthalten. Möglicherweise könnte das Sauerstoffverhältnifs auch 17,0 : 8,5 : 17,0 seyn, welches besser mit dem durch die Analyse gefundenen Sauerstoffverhältnifs übereinstimmt als das zuvor angegebene. In diesem Falle wäre aber die Formel:

$$2(\dot{R})^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al},$$

welche allerdings nicht wahrscheinlich aussieht, da hier Kieselerde und Thonerde mit gleich viel Basis verbunden sind. Inzwischen kann man annehmen, dafs die mit der Kieselerde verbundene Base nur aus Talkerde (mit etwas Kalkerde), die mit der Thonerde verbundene aber aus Talkerde und Wasser besteht. Das Mineral enthält nämlich **35,36 $\dot{Mg}$, 1,75 $\dot{Ca}$, 8,68 $\dot{H}$.** Die Formel würde dadurch zu:

$$2\dot{Mg}^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}$$

verändert. Einige analoge Fälle sind bereits angeführt worden; und auch in der Zusammensetzung des folgenden Minerals findet sich ein solcher Fall.

7) **Chloritartiges Mineral vom Taberg** [1]). (Svanberg.)

18,58 : 6,09 : 16,98	}	$3(\dot{R})^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}$,
18,50 : 6,16 : 16,44		

welche Formel man auch schreiben kann:

$$3\dot{Mg}^2\dddot{Si}+(\dot{R})^2\dddot{Al}.$$

Das Mineral enthält nämlich: **29,27 $\dot{Mg}$, 2,07 $\dot{K}$, 6,34 $\dot{Fe}$, 1,64 $\dot{Mn}$, 11,76 $\dot{H}$**, welche Basen in dem Verhältnisse vorhanden sind, dafs sämmtliche Talkerde und Kali mit der Kieselerde, die anderen *schwächeren* Basen dagegen mit der Thonerde verbunden angenommen werden können. — Bisher wurde dieses Mineral, trotz dem es in seinem Aeufsern grofse Aehnlichkeit mit Chlorit besitzt, zu den Glimmern gezählt, weil die Quantität der in demselben vorhandenen 1 und 1 atomigen Basen (das Wasser nicht mitgerechnet) zu gering für ein Mineral aus dem Chloritgeschlechte ausfiel; jetzt aber, durch Aufnahme des Wassers unter die basischen Bestandtheile, erhält dieses Mineral wirklich einen Platz unter den chloritartigen Mineralien.

8) **Kämmererit.** (Hartwall.)

19,20 : 6,90 : 16,83	}	$6(\dot{R})^2\dddot{Si}+(\dot{R})^3\dddot{Al}^2$.
19,50 : 6,50 : 16,25		

Der Pyrosklerit (v. Kobell) scheint dieselbe Formel zu

1) S. Berzelius Jahresbericht, Jahrg. 20, Heft 2, S. 234.

haben, wenn der bei der Analyse stattgefundene Verlust von 1,9 Procent hierin nicht eine Aenderung bewirken sollte.

9) Chloritoid. (v. Bonsdorf.)

$$\left.\begin{array}{l} 14{,}28 : 16{,}61 : 9{,}95 \\ 15{,}00 : 15{,}00 : 10{,}00 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + (\dot{R})\dddot{Al}^2.$$

Die Analyse hat 1,64 *Ueberschufs* gegeben. $(\dot{R}) = 27{,}05\ \dot{Fe}$, $4{,}29\ \dot{Mg}$, $0{,}30\ \dot{Mn}$, $6{,}95\ \dot{H}$. A. Erdmann hat einen anderen Chloritoid untersucht, welcher kein Wasser enthält, und nach einem Mittel von 2 Analysen folgendes Sauerstoffverhältnifs giebt:

$$\left.\begin{array}{l} 12{,}95 : 21{,}02 : 6{,}82 \\ 13{,}00 : 19{,}50 : 6{,}50 \end{array}\right\} \quad 2\dot{R}\dddot{Si} + \dot{R}\dddot{Al}^3.$$

Diefs ist also, wie bereits Rammelsberg bemerkt hat, jedenfalls ein anderes Mineral.

10) Seifenstein. (Svanberg.)

$$\left.\begin{array}{l} 24{,}32 : 3{,}87 : 16{,}39 \\ 23{,}40 : 3{,}90 : 16{,}90 \end{array}\right\} \quad 6(\dot{R})^2\dddot{Si} + (\dot{R})\dddot{R}$$

$(\dot{R}) = 33{,}3\ \dot{Mg}$, $0{,}7\ \dot{Ca}$, $11{,}0\ \dot{H}$; $\dddot{R} = 8{,}0\ \dddot{Al}$, $0{,}4\ \dddot{Fe}$.

11) Cronstedit.

Nach v. Kobell hat der Cronstedit die Formel:

$$\left.\begin{array}{l} \dot{Fe}^3 \\ \dot{Mn}^3 \\ \dot{Mg}^3 \end{array}\right\} \dddot{Si} + \dddot{Fe}\dot{H}^3,$$

welche auch geschrieben werden kann:

$$(\dot{R})^3\dddot{Si} + (\dot{R})\dddot{Fe}$$

Diese Formel ist von der des Chlorit dadurch unterschieden, dafs das Glied $(\dot{R})^3\dddot{Si}$ nur einfach vorhanden ist (im Chlorit doppelt), und dafs Eisenoxyd anstatt Thonerde auftritt. Dafs der Cronstedit durch die neue für ihn aufgestellte Formel einen Platz unter den chloritartigen Mineralien erhält, wird durch seine äufseren Eigenschaften gewifs vollkommen gerechtfertigt. Seine Krystallform ist eine hexagonale Säule, spaltbar parallel der basischen Fläche.

Chlorit, Ripidolith, Pennin und die übrigen hier betrachteten *chloritartigen Mineralien* erhalten, wie sich aus dem Vorstehenden ergiebt, sämmtlich meist ganz einfache, zweigliedrige Formeln, deren eines Glied aus einem Silicate, und deren anderes aus einem Aluminate oder Eisenoxydate besteht.

C. Silicate von Talkerde und Thonerde und damit isomorphen Basen.

a) Glimmer und glimmerartige Mineralien.

1) Glimmer von Iviken. (Svanberg.)

36,97 : 7,74 : 2,78
36,97 : 7,40 : 2,47

$(\dot{R})\dddot{Si}^2 + \dddot{R}\dddot{Si}^3$.

2) Glimmer von Brättstad. (Derselbe.)

33,08 : 12,66 : 1,93
32,00 : 12,80 : 2,13

$(\dot{R})\dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}^2$.

Die Analyse hat 0,89 Ueberschufs gegeben.

3) Glimmer von Broddbo. (Derselbe.)

24,92 : 16,95 : 2,39
25,00 : 16,66 : 2,77

$(\dot{R})\dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$.

In naher Uebereinstimmung mit der Zusammensetzung der Glimmer von Utön, Kimito, Fahlun und Ochotzk, nach den Analysen von Heinrich Rose. Wird eine kleine Menge Mangan, welche in Svanberg's Analyse als *Oxyd* (1,67) angegeben ist, als Oxydul berechnet, so stimmt die Formel noch näher, denn alsdann wird das Sauerstoffverhältnifs =24,92 : 16,61 : 2,73.

4) Glimmer von Rosendal. (Derselbe.)

23,07 : 7,87 : 10,45
23,61 : 7,87 : 10,49

$2(\dot{R})^2\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}$.

5) Glimmer von Pargas. (Derselbe.)

22,13 : 13,31 : 6,64
23,00 : 13,20 : 6,60

$3(\dot{R})^2\dddot{Si} + 4\dddot{R}\dddot{Si}$.

Die Analyse gab 1,19 *Verlust*.

6) **Glimmer von Monroe.** (v. Kobell.)

$$\left.\begin{matrix} 20{,}78 : \ \ 9{,}85 : 11{,}06 \\ 21{,}00 : 10{,}50 : 10{,}50 \end{matrix}\right\} \quad (\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}.$$

Es scheint, dafs den Glimmern von Miask und Karosulik dieselbe Formel zukommt. Nach v. Kobell's Analysen sind nämlich die entsprechenden Sauerstoffverhältnisse: 21,88 : 9,18 : 10,15 und 21,30 : 9,26 : 11,14. — Die angeführte Formel, die Granatformel, ist diesen Glimmern schon früher beigelegt worden; da man aber das Wasser nicht mit unter die basischen Bestandtheile zählte, ergaben die Analysen einen Mangel an 1 und 1 atomigen Basen.

7) **Glimmer von Abborforfs.** (Svanberg.)

$$\left.\begin{matrix} 20{,}49 : 15{,}30 : 3{,}67 \\ 20{,}00 : 16{,}00 : 4{,}00 \end{matrix}\right\} \quad (\dot{R})^3 \dddot{Si} + 4 \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}.$$

8) **Glimmer von Sala.** (Derselbe.)

$$\left.\begin{matrix} 22{,}06 : 6{,}01 : 13{,}65 \\ 21{,}00 : 7{,}00 : 14{,}00 \end{matrix}\right\} \quad 2(\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dddot{\bar{R}} \dddot{Si}.$$

9) **Pyrophyllit.** (Herrmann.)

$$\left.\begin{matrix} 31{,}06 : 13{,}76 : 3{,}54 \\ 31{,}00 : 13{,}78 : 3{,}44 \end{matrix}\right\} \quad 3(\dot{R}) \dddot{Si} + 2 \dddot{Al}^2 \dddot{Si}^3.$$

Die geringe, in dem Minerale enthaltene Menge Eisen wurde als Eisenoxydul (= 1,6 Proc.) berechnet, obgleich dieselbe als Oxyd angegeben ist. Das Mineral besitzt nämlich eine *grüne* Farbe, und die Analyse hat einen kleinen Ueberschufs gegeben.

10) **Pinit aus der Auvergne.** (C. Gmelin.)

$$\left.\begin{matrix} 29{,}07 : 13{,}59 : 3{,}00 \\ 29{,}00 : 12{,}88 : 3{,}22 \end{matrix}\right\} \quad 3(\dot{R}) \dddot{Si} + 2 \bar{R}^2 \dddot{Si}^3.$$

Dieser Pinit hat also im Wesentlichen dieselbe Formel wie Herrmann's Pyrophyllit (das vorstehende Mineral). Der Unterschied zwischen beiden Mineralien besteht nur darin, dafs 1) im Pyrophyllit nur Thonerde, im Pinit dagegen aufserdem noch Eisenoxyd enthalten ist, und 2) dafs $(\dot{R})$ im ersteren = 4,0 $\dot{Mg}$, 1,6 $\dot{Fe}$, 5,62 $\dot{H}$, im letzteren = 3,76 $\dot{Mg}$

Digitized by Google

und $\dot{Mn}$, 7,89 $\dot{K}$, 0,39 $\dot{Na}$, 1,41 $\dot{H}$ ist. Beide Mineralien scheinen nach dem rhombischen Systeme zu krystallisiren. Dafs sie *genau* dieselben Formen besitzen, ist mir inzwischen nicht wahrscheinlich, da der Kaligehalt des Pinit hierzu wohl zu bedeutend ist.

11) **Pinit von Penig.** (Scott.)

$$\left.\begin{array}{l} 24,94 : 16,04 : 3,02 \\ 25,00 : 16,67 : 2,78 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})\overset{\cdots}{Si} + 2\overset{\cdots}{R}\overset{\cdots}{Si}.$$

Diefs ist die Formel des Glimmers von Broddbo. Bei letzterem ist $(\dot{R}) = 8{,}31\ \dot{K},\ 1{,}5\ \dot{Mn},\ 3{,}32\ \dot{H}$, beim Pinit $= 11{,}35\ \dot{K},\ 0{,}75\ \dot{Ca}$ und $3{,}00\ \dot{H}$. Nimmt man an, dafs etwa der dritte Theil des Eisens als Oxydul im Minerale enthalten sey, wozu allerdings (aufser etwa, dafs die Analyse 0,76 Ueberschufs gegeben hat) kein näherer Grund vorhanden ist, so wird das Sauerstoffverhältnifs:

$$\left.\begin{array}{l} 24,94 : 15,12 : 3,63 \\ 24,00 : 16,00 : 4,00 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^3\overset{\cdots}{Si}{}^2 + 4\overset{\cdots}{R}\overset{\cdots}{Si},$$

wodurch dieser Pinit dieselbe Formel wie das nächstfolgende Mineral erhalten würde. Die zuerst angeführte Formel stimmt aber offenbar besser.

12) **Gigantolith.** (Trolle-Wachtmeister.)

$$\left.\begin{array}{l} 24,04 : 16,51 : 4,21 \\ 24,00 : 16,00 : 4,00 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^3\overset{\cdots}{Si}{}^2 + 4\overset{\cdots}{R}\overset{\cdots}{Si}.$$

Die Analyse hat 1,56 *Ueberschufs* gegeben.

13) **Chlorophyllit.** (Witteney.)

$$\left.\begin{array}{l} 23,48 : 12,98 : 7,75 \\ 24,00 : 12,00 : 8,00 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^2\overset{\cdots}{Si} + \overset{\cdots}{Al}\overset{\cdots}{Si}.$$

Eine kleine Quantität Kali (1,64 Proc.) wurde nur aus dem Verluste bestimmt.

14) **Ottrelit.** (Damour.)

$$\left.\begin{array}{l} 22,51 : 11,50 : 7,31 \\ 22,50 : 11,25 : 7,50 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^2\overset{\cdots}{Si} + \overset{\cdots}{Al}\overset{\cdots}{Si}.$$

Dieses und das vorhergehende Mineral haben dieselbe Formel. In der That besitzen auch beide Mineralien gleiche

Digitized by Google

Krystallform, eine hexagonale Säule. $(\dot{R})$ ist beim Ottrelit $=$ 16,72 $\dot{F}e$, 8,18 $\dot{M}n$, 5,66 $\dot{H}$, beim Chlorophyllit $=$ 9,6 $\dot{M}g$, 8,26 $\dot{F}e$, 4,1 $\dot{M}n$, 1,64 $\dot{K}$, 3,6 $\dot{H}$.

Obgleich der Wassergehalt der angeführten *Glimmerarten* und *glimmerartigen Mineralien* im Allgemeinen nicht grofs ist, nämlich etwa zwischen 1 und 6 Procent schwankt, so hat derselbe dennoch in den meisten Fällen einen sehr wesentlichen Einflufs auf die Formeln dieser Mineralien. Die gröfsere Anzahl derselben enthält nämlich eine so geringe Menge 1 und 1 atomiger Basen, dafs deren Sauerstoffmenge durch die des Wassers (selbst wenn nur ein Paar Procent desselben vorhanden sind), schon einen beträchtlichen Zuwachs erhält. Läfst man den Wassergehalt unberücksichtigt, oder versucht man ihn als Hydrat-Wasser einzuführen, so erhält man meistens unwahrscheinliche, complicirte Formeln, die überdiefs weder unter sich, noch im Vergleich mit Formeln anderer Mineralien, symmetrische Verhältnisse erkennen lassen, Vorwürfe, welche man den hier aufgestellten Formeln (wenigstens der Mehrzahl derselben) gewifs nicht machen kann. — Mehrere Glimmerarten enthalten kleine, kaum über 1 Procent betragende Mengen von Fluor-Verbindungen, besonders Fluor-Calcium und Fluor-Magnesium, welche hier aufser Betracht gelassen wurden. Wahrscheinlich ersetzen dieselben einen Theil der entsprechenden 1 und 1 atomigen Basen.

b) Nicht glimmerartige Mineralien.

α) krystallinische.

1) Fahlunit. (Trolle-Wachtmeister.)

22,89 : 14,07 : 7,30	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\ddot{R} \dddot{Si}$.
22,90 : 14,60 : 7,30	

Nach dem Mittel aus 2 Analysen.

2) Esmarkit. (A. Erdmann.)

23,88 : 14,98 : 7,40	$(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\dddot{Al} \dddot{Si}$.
23,00 : 15,33 : 7,66	

Die Analyse hat 1,45 *Verlust* gegeben. Sowohl dem Fahlunit als dem Esmarkit käme hiernach die Epidotformel zu, welche auch der Mejonit besitzt. Im Esmarkit ist $(\dot{R})$ $= 8{,}99\ \dot{Mg}$, $4{,}10\ \dot{Na}$, $1{,}43\ \dot{Fe}$, $0{,}63\ \dot{Mn}$, $0{,}68\ \dot{K}$, $3{,}20\ \dot{H}$, und im Fahlunit $= 6{,}04$ bis $6{,}75\ \dot{Mg}$, $0{,}0$ bis $7{,}22\ \dot{Fe}$, $1{,}72$ bis $2{,}24\ \dot{Mn}$, $0{,}0$ bis $4{,}45\ \dot{Na}$, $0{,}94$ bis $1{,}98\ \dot{K}$, Spur bis $1{,}35\ \dot{Ca}$, $8{,}65$ bis $11{,}66\ \dot{H}$.

3) Pyrargillit. (Nordenskjöld.)

22,82 : 13,51 : 7,56
22,00 : 14,66 : 7,33 $\Big\}$ $(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{Al} \dddot{Si}$.

Formel der beiden vorhergehenden und der anderen genannten Mineralien. $(\dot{R}) = 5{,}30\ \dot{Fe}$, $2{,}90\ \dot{Mg}$ und $\dot{Mn}$, $1{,}05\ \dot{K}$, $1{,}85\ \dot{Na}$, $15{,}47\ \dot{H}$. Es scheint, daſs der Pyrargillit wie der Fahlunit eine rhombische Krystallform besitze. Die des Esmarkit ist nicht bekannt.

4) Praseolith. (A. Erdmann.)

21,27 : 13,47 : 9,16
22,00 : 13,20 : 8,80 $\Big\}$ $2(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 3 \dddot{Al} \dddot{Si}$.

5) Zeuxit. (Thomson.)

17,37 : 14,87 : 8,16
17,50 : 15,00 : 7,50 $\Big\}$ $3(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{Al}^3 \dddot{Si}^2$.

6) Roselan. (Svanberg.)

23,33 : 16,37 : 4,86
23,33 : 15,55 : 5,18 $\Big\}$ $(\dot{R})^2 \dddot{Si} + 2 \dddot{R} \dddot{Si}$.

$(\dot{R}) = 6{,}63\ \dot{K}$, $3{,}59\ \dot{Ca}$, $2{,}45\ \dot{Mg}$, $6{,}53\ \dot{H}$. Das Sauerstoffverhältniſs des Polyargit (Svanberg) ist dem des Roselan sehr ähnlich, nämlich $= 22{,}93 : 16{,}69 : 4{,}80$. $(\dot{R}) = 6{,}73\ \dot{K}$, $5{,}55\ \dot{Ca}$, $1{,}43\ \dot{Mg}$, Spur $\dot{Mn}$, $5{,}29\ \dot{H}$. Beide Mineralien haben zugleich ähnliche Spaltbarkeit, ähnliches spec. Gewicht und ähnliche Farbe.

7) Kirwanit. (Thomson.)

21,04 : 5,32 : 12,28
21,00 : 6,00 : 12,00 $\Big\}$ $6(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{Al} \dddot{Si}$.

Digitized by Google

8) **Stellit.** (Derselbe.)

$$\left.\begin{array}{l} 24{,}98 : 3{,}70 : 12{,}67 \\ 25{,}00 : 4{,}17 : 12{,}50 \end{array}\right\} \quad 9(\dot{R})^2 \dddot{Si} + \dddot{R}^2 \dddot{Si}^3.$$

Hiebei wurde angenommen, dafs in diesem Minerale nicht, wie Thomson angiebt, 3,524 Eisenoxydul, sondern eine entsprechende Quantität Eisenoxyd vorhanden sey. Das Mineral ist nämlich *schneeweifs*, und der Thonerdegehalt, welcher nur 5,301 beträgt, würde für sich zu unbedeutend seyn. Die Formel des Stellit dürfte auch dem Vermiculit Thomson's zukommen, dessen Sauerstoffverhältnifs =25,50 : 3,40 : 13,26, wenn nämlich, nach Thomson's Angabe, wirklich alles Eisen als Oxydul im Minerale enthalten ist. Berechnet man eine geringe Menge desselben als Oxyd, so kommt das Sauerstoffverhältnifs dem des Stellit noch näher. Beide Mineralien sind aber, trotz der gleichen Formeln, die ihnen vielleicht zukommen, dennoch wesentlich verschieden von einander. Beim Stellit ist nämlich $(\dot{R}) = 30{,}96\ \dot{C}a$, $5{,}58\ \dot{M}g$, $6{,}108\ \dot{H}$, und beim Vermiculit $= 16{,}12\ \dot{F}e$ (oder etwas weniger, unter der gedachten Voraussetzung), $16{,}964\ \dot{M}g$, $10{,}276\ \dot{H}$.

9) **Weifsit.** (Trolle-Wachtmeister.)

$$\left.\begin{array}{l} 31{,}01 : 10{,}17 : 5{,}76 \\ 31{,}00 : 10{,}33 : 5{,}17 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})^3 \dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2.$$

Anmerkung. Hieher gehört der *Aspasiolith*, dessen Formel bereits früher zu

$$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2 + 3\dddot{R}\,\dddot{Si}$$

angeführt wurde.

10) **Rhodalith.** (Thomson.)

$$\left.\begin{array}{l} 29{,}04 : 7{,}38 : 7{,}07 \\ 29{,}00 : 7{,}25 : 7{,}25 \end{array}\right\} \quad 3(\dot{R})\dddot{Si} + \dddot{R}\,\dddot{Si}.$$

$(\dot{R})$ besteht *fast nur aus Wasser*, ist nämlich $= 1{,}1\ \dot{C}a$, $0{,}6\ \dot{M}g$ und $22{,}0\ \dot{H}$. Nach Thomson kommt dieses Mineral in Gestalt von zusammengehäuften rechtwinkligen Prismen vor.

Digitized by Google

11) **Neurolith.** (Derselbe.)

$$\left.\begin{array}{l} 37{,}92 : 8{,}23 : 2{,}77 \\ 38{,}00 : 7{,}60 : 2{,}53 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})\dddot{Si}^2 + \dddot{Al}\dddot{Si}^3.$$

Formel des Glimmers von Iviken. Bei diesem ist $(\dot{R})$ $= 4{,}661\ \dot{M}g$, $3{,}528\ \dot{K}$, $1{,}292\ \dot{H}$ und 1,197 Fluor-Calcium, beim Neurolith ist $(\dot{R}) = 3{,}25\ \dot{C}a$, $1{,}50\ \dot{M}g$, $4{,}30\ \dot{H}$.

β) amorphe [1]).

1) **Pechstein.** (Du Menil.)

$$\left.\begin{array}{l} 37{,}92 : 5{,}65 : 3{,}08 \\ 38{,}00 : 5{,}43 : 3{,}62 \end{array}\right\} \quad 2(\dot{R})\dddot{Si}^2 + \dddot{R}\dddot{Si}^3.$$

Die Analyse hat jedoch 2,21 *Verlust* gegeben. Der Pechstein war aus dem Triebischthale bei Meifsen. Dasselbe Mineral wurde auch von Erdmann untersucht, nach dessen Analyse das Sauerstoffverhältnifs = 39,27 : 5,79 : 4,55 ist; allein die Analyse gab 3,948 *Ueberschufs*. Der Stein scheint seinen Namen zu verdienen! Endlich untersuchte Knox einen Pechstein von Newry, welcher ein Sauerstoffverhältnifs von 37,82 : 5,37 : 4,26 und nur einen sehr kleinen (etwa 0,2 Proc. betragenden) Verlust ergab. Die obige Formel dürfte also wenigstens der Wahrheit nahe kommen.

2) **Cimolit.** (Klaproth.)

$$\left.\begin{array}{l} 32{,}73 : 11{,}12 : 3{,}56 \\ 33{,}00 : 11{,}00 : 3{,}66 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}^2.$$

Diefs ist die Formel des Natronspodumen. $(\dot{R})$ besteht aber beim Cimolit nur aus *Wasser*.

3) **Onkosin.** (v. Kobell.)

$$\left.\begin{array}{l} 27{,}28 : 14{,}42 : 4{,}26 \\ 28{,}00 : 14{,}00 : 4{,}66 \end{array}\right\} \quad (\dot{R})\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}.$$

Die Formel des Labrador und Ryakolith. $(\dot{R}) = 6{,}38\ \dot{K}$, $3{,}82\ \dot{M}g$, $0{,}80\ \dot{F}e$, $4{,}60\ \dot{H}$. Die Analyse gab 1,0 Verlust.

1) oder doch wenigstens *anscheinend* amorphe. Einige dieser Mineralien dürften vielleicht aus einer Zusammenhäufung mikroskopischer Krystalle bestehen.

Digitized by Google

4) **Pfeifenstein.** (Thomson.)

29,15 : 10,22 : 5,23 30,00 : 10,00 : 5,00	$3(\dot{R})\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}^2\dddot{Si}^3$.

$(\dot{R}) = 12{,}48\ \dot{\bar{H}},\ 2{,}16\ \dot{Ca},\ 0{,}20\ \dot{Mg}$ und $4{,}58\ \dot{\bar{H}}$.

5) **Fettbol.** (Kersten.)

24,11 : 8,61 : 7,26 24,00 : 8,00 : 8,00	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + \dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$.

Die Analyse gab 2,59 *Verlust*. $(\dot{R}) = 24{,}50\ \dot{\bar{H}}$. Die Formel ist die des Tachylith.

6) **Huronit.** (Thomson.)

23,79 : 15,84 : 5,12 25,00 : 15,00 : 5,00	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}$.

$(\dot{R}) = 8{,}04\ \dot{Ca},\ 4{,}32\ \dot{Fe},\ 1{,}72\ \dot{Mg},\ 4{,}16\ \dot{\bar{H}}$. *Verlust*: 2,04.

7) **Agalmatolith.** (Thomson.)

25,88 : 14,29 : 4,47 25,00 : 15,00 : 5,00	$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$.

$(\dot{R}) = 6{,}00\ \dot{Ca},\ 6{,}8\ \dot{K},\ 5{,}5\ \dot{\bar{H}}$. Huronit und Agalmatolith scheinen also dieselbe Formel zu haben, und zwar die des *Aspasiolith*. Bei letzterem ist aber $(\dot{R}) = 7{,}97$ bis $8{,}04\ \dot{Mg}$, Spur $\dot{Ca}$, 2,30 bis 2,39 $\dot{Fe}$ (ein Theil davon vielleicht als $\dddot{\bar{Fe}}$), Spur $\dot{Mn}$, 6,58 bis 6,88 $\dot{\bar{H}}$.

8) **Bergseife von Plombières.** (Berthier.)

22,86 : 10,28 : 8,18 23,00 : 11,50 : 7,67	$(\dot{R})^2\dddot{Si} + \dddot{\bar{Al}}\dddot{Si}$.

1,0 *Verlust*. $(\dot{R}) = 25{,}0\ \dot{\bar{H}},\ 2{,}0\ \dot{Mg}$. Dem Bol von Stolpen, welchen **Rammelsberg** untersucht hat, scheint dieselbe Formel zuzukommen. Das Sauerstoffverhältniſs desselben ist = 23,86 : 10,35 : 8,76, wobei aber zu bemerken ist, daſs ein Verlust von 2,17 Procent stattfand. $(\dot{R})$ ist bei diesem Bol $= 25{,}86\ \dot{\bar{H}},\ 3{,}90\ \dot{Ca}$.

9) **Nontronit von Villefranche.** (Dufrénoy.)

21,13 : 11,12 : 7,73 22,00 : 11,00 : 7,33	$(\dot{R})^2\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}\dddot{Si}$.

Digitized by Google

Im Wesentlichen die Formel des vorhergehenden Minerals. $(\dot{R}) = 23{,}0\ \dot{H},\ 2{,}37\ \dot{Mg}$. Auch Chlorophyllit (s. d.) und Ottrelit (s. d.) haben diese Formel.

10) K a o l i n. (Forchhammer.)

Die Formel desselben:

$$\dddot{Al}^3\,\dddot{Si}^4 + 6\dot{H},$$

kann auch geschrieben werden: $(\dot{R})^2\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}$.

11) N o n t r o n i t von A n d r e a s b e r g. (Biewend.)

$$\left.\begin{matrix} 21{,}35 : 11{,}44 : 6{,}39 \\ 21{,}00 : 12{,}00 : 6{,}00 \end{matrix}\right\} \quad 3(\dot{R})^2\dddot{Si} + 4\dddot{Fe}\dddot{Si}.$$

Formel des Glimmers von P a r g a s. Bei diesem ist aber $(\dot{R}) = 10{,}27\ \dot{Mg},\ 0{,}75\ \dot{Mn},\ 0{,}26\ \dot{Ca},\ 8{,}45\ \dot{K},\ 3{,}35\ \dot{H}$, während $(\dot{R})$ beim Nontronit nur aus Wasser (21,56 Proc.) besteht. Der Nontronit von Auton giebt, nach B e r t h i e r s Analyse, ein ähnliches Sauerstoffverhältnifs wie der von Andreasberg, nämlich: 21,46 : 10,94 : 5,58. Möglicherweise könnte diefs aber der Formel

$$(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{R}\,\dddot{Si}$$

entsprechen, welches zugleich die Formel des Skapolith und Amphodelith ist, und welche ein Sauerstoffverhältnifs von 21,5 : 10,75 : 5,38 verlangt.

12) S a p o n i t (Piotin). (Svanberg.)

$$\left.\begin{matrix} 26{,}45 : 5{,}02 : 13{,}76 \\ 26{,}00 : 5{,}20 : 13{,}86 \end{matrix}\right\} \quad 4(\dot{R})^2\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}.$$

13) P i n g u i t. (Kersten.)

Die Formel desselben:

$$\dot{Fe}\dddot{Si} + \dddot{Fe}^2\dddot{Si}^3 + 15\dot{H},$$

kann auch geschrieben werden: $(\dot{R})^3\dddot{Si} + \dddot{Fe}\dddot{Si}$, welches die Formel des Granat, so wie die der Glimmer von Miask, Monroe und Karosulik ist.

14) B o l.

Nach L ö w i g's und W a c k e n r o d e r's Analysen der Bole

Digitized by Google

von Ellinghausen, Cap de Prudelles und Säsebühl, kommt diesen Mineralien die Formel

$$\dddot{R}^2 \dddot{Si}^3 + 9\dot{H}$$

zu, welche man auch schreiben kann: $(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$. Diese Formel stimmt im Wesentlichen mit der für den Pyrargillit (s. d.) aufgestellten und den der anderen an der betreffenden Stelle genannten Mineralien überein. $(\dot{R})$ besteht aber beim Bol fast nur aus Wasser (24 Proc.) mit geringen Mengen Talkerde und Kalkerde.

15) Eisensteinmark. (Schüler.)

21,64 : 14,65 : 6,55
21,00 : 14,00 : 7,00 } $(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$.

Formel des vorigen Minerals und der anderen betreffenden Mineralien. $(\dot{R}) = 14{,}20\ \dot{H},\ 3{,}04\ \dot{C}a,\ 2{,}55\ \dot{M}g,\ 1{,}51\ \dot{M}n,\ 0{,}93\ \dot{K}$.

16) Halloysit von la Vouth und Thiviers. (Dufrénoy.)

1) v. la Vouth:
21,12 : 15,72 : 7,11;
2) v. Thiviers:
22,39 : 15,16 : 7,27.

Im Mittel aus diesen 2 Analysen:

21,76 : 15,44 : 7,19
22,00 : 14,67 : 7,33 } $(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$.

Formel des vorigen Minerals. Im Halloysit von la Vouth besteht $(\dot{R})$ nur aus Wasser (24,83), im Halloysit von Thiviers dagegen aus 22,30 $\dot{H}$ und 1,70 $\dot{M}g$.

17) Bergseife aus Thüringen. (Bucholz.)

22,86 : 14,83 : 6,21
22,00 : 14,67 : 7,33 } $(\dot{R})^3 \dddot{Si} + 2\dddot{R}\dddot{Si}$.

Formel des vorigen Minerals. Im Ganzen sind es also, aufser Epidot und Mejonit, sieben verschiedene Mineralien, welche diese Formel erhalten, nämlich: Fahlunit, Esmarkit, Pyrargillit, Bol, Eisensteinmark, Halloysit (von la Vouth und

und Thiviers) und Bergseife (aus Thüringen). Die verschiedene, aber isomorphe Beschaffenheit von ($\dot{R}$) und $\dddot{R}$, so wie die verschiedenen Grade der krystallinischen Entwicklung, scheinen die Hauptunterschiede zu bilden, welche zwischen diesen Mineralien stattfinden. Epidot und Mejonit können jedoch mit den übrigen Mineralien dieser Gruppe nicht als isomorph betrachtet werden, da $\dot{R}$ in ihnen als wesentlichen Bestandtheil *Kalkerde* enthält.

18) Halloysit.

1) v. Lüttich, nach Berthier:
23,35 : 18,24 : 4,74;
2) v. Guatequé, nach Boussingault:
23,90 : 18,78 : 4,94;
3) v. Bayonne, nach Berthier:
24,26 : 17,28 : 4,74;
4) sogenannter Tuesit, nach Thomson:
23,01 : 18,87 : 4,00.

Im Mittel aus diesen 4 Analysen:

$$\left.\begin{array}{l}23{,}63 : 18{,}29 : 4{,}48\\ 23{,}00 : 18{,}40 : 4{,}60\end{array}\right\}\quad (\dot{R})^3\dddot{Si} + 4\dddot{Al}\dddot{Si}.$$

Formel des Diploit (nach Rammelsberg). In den Halloysiten besteht ($\dot{R}$) nur aus Wasser, im Tuesit ist ($\dot{R}$) $=13{,}5\ \dot{H}$, $0{,}7\ \dot{Ca}$, $0{,}5\ \dot{Mg}$.

19) Gilbertit. (Lehunt.)

$$\left.\begin{array}{l}23{,}46 : 19{,}47 : 3{,}16\\ 23{,}50 : 20{,}14 : 3{,}36\end{array}\right\}\quad (\dot{R})^3\dddot{Si} + 6\dddot{R}\dddot{Si}$$

1,98 *Verlust*. ($\dot{R}$) $=4{,}17\ \dot{Ca}$, $1{,}90\ \dot{Mg}$, $4{,}25\ \dot{H}$.

20) Kerolith. (Maak.)

$$\left.\begin{array}{l}19{,}72 : 5{,}69 : 13{,}16\\ 19{,}50 : 6{,}50 : 13{,}00\end{array}\right\}\quad 2(\dot{R})^3\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}.$$

Formel des derben Gehlenit und des Glimmers von Sala. ($\dot{R}$) $=31{,}00\ \dot{H}$, $18{,}02\ \dot{Mg}$.

21) Chonikrit. (v. Kobell.)

$$\left.\begin{matrix}18{,}54 : 7{,}99 : 15{,}24 \\ 19{,}00 : 7{,}60 : 15{,}20\end{matrix}\right\} \quad 4(\dot{R})^3 \dddot{Si} + \dddot{Al}^2 \dddot{Si}$$

$(\dot{R}) = 22{,}50\ \dot{Mg},\ 12{,}60\ \dot{Ca},\ 1{,}46\ \dot{Fe},\ 9{,}00\ \dot{H}$.

22) Bergseife von Arnstedt. (Ficinus.)

$$\left.\begin{matrix}21{,}10 : 11{,}62 : 14{,}25 \\ 12{,}00 : 12{,}00 : 12{,}00\end{matrix}\right\} \quad (\dot{R})^6 \dddot{Si} + \dddot{R}^2 \dddot{Si}$$

$(\dot{R}) = 3{,}1\ \dot{Mn},\ 1{,}1\ \dot{Ca},\ 43{,}0\ \dot{H}$.

Die vorstehenden *amorphen Mineralien*, welche bis jetzt sämmtlich als Hydrate betrachtet wurden, erhalten, durch die Einführung des Wassers als basischen Bestandtheil, sehr einfache Formeln, welche grofse Uebereinstimmung und Symmetrie mit den Formeln anderer Silicate zeigen.

II. Borate.

1) Datolith.

Keine der früheren für den Datolith gegebenen Formeln stimmt so nahe mit dessen Zusammensetzung überein, wie die von Rammelsberg entworfene, nämlich:

$$2\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \dddot{B}^3 \dddot{Si}^2 + 3\dot{H}.$$

Diese Formel hat aber das Unwahrscheinliche, dafs die Borsäure hier als eine mit der Kieselerde verbundene Base betrachtet wird, welcher Unwahrscheinlichkeit man entgeht, wenn man die Formel folgendermafsen umformt:

$$3[\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Ca}\dddot{B}] + (\dot{R})\dddot{Si},$$

wobei also $(\dot{R}) = 3\dot{H}$ ist.

2) Botryolith.

Die von Rammelsberg für dieses Mineral gegebene Formel ist:

$$2\dot{Ca}^3 \dddot{Si} + \dddot{B}^3 \dddot{Si}^2 + 6\dot{H},$$

welche zu

$$3[\dot{Ca}\dddot{Si} + \dot{Ca}\dddot{B}] + (\dot{R})^2 \dddot{Si}$$

umgeschrieben werden kann.

Digitized by Google

III. Phosphate.

A. Eisen-Phosphate.

1) Vivianit.

Nach Stromeyer's Analyse besteht der Vivianit von St. Agnes in Cornwall aus:

Phosphorsäure	31,8125
Eisenoxydul	41,2266
Wasser	27,4843
	99,8934.

Man hat es bis jetzt vergebens versucht, nach dieser, von einem so ausgezeichneten Analytiker, wie Stromeyer, anscheinend mit so grofser Sorgfalt ausgeführten Analyse eine Formel aufzustellen, welche dem angeführten Resultate auf eine genügende Weise entspräche. v. Kobell's Formel, welche diesem Resultate noch am nächsten kommt:

$$\dot{F}e^{3}\,\overset{\therefore}{P} + 8\,\dot{\text{Ħ}},$$

entspricht einer Zusammensetzung von:

Phosphorsäure	28,69
Eisenoxydul	42,38
Wasser	28,93
	100,00

bietet also keine geringen Abweichungen dar, und enthält aufserdem ein Verhältnifs zwischen den Sauerstoffgehalten der Base, der Säure und des Wassers, welches, wenigstens bei einer so wenig complicirten Verbindung, wohl kaum ein wahrscheinliches genannt werden kann. — Berechnet man das Wasser in dem Stromeyer'schen Resultate als eine mit dem Eisenoxydul isomorphe Base ($3\dot{\text{Ħ}} = 1\dot{F}e$), wozu wir, nach so vielen Belegen, gewifs berechtigt sind, so ergiebt sich ein Sauerstoffverhältnifs von:

$$\overset{\therefore}{\text{P̶}} \quad (\dot{F}e)$$
$$17{,}47 : 17{,}53,$$

welches mit fast mathematischer Genauigkeit der einfachen Formel:

$$(\dot{F}e)^{5}\,\overset{\therefore}{\text{P̶}},$$

entspricht, in welcher Formel *Base und Säure gleichviel Sauerstoff enthalten.*

2) Blaueisenerde von Hillentrop.

Diese besteht nach der Analyse von **Brandes** aus:

Phosphorsäure	30,320
Eisenoxydul	43,775
Wasser	25,000
Thonerde	0,700
Kieselerde	0,025
	99,820.

Das hieraus abgeleitete Sauerstoffverhältnifs ist gleich

18,60 : 17,38.

Wird die Thonerde als phosphorsaures Salz in Abzug gebracht, so wird diefs Verhältnifs noch näher wie 1 : 1, woraus sich also die Formel:

$$(\dot{Fe})^5 \dddot{P},$$

auch für dieses Mineral ergiebt.

3) Vivianit von Bodenmais.

Vogel's Analyse ergab:

Phosphorsäure	26,4
Eisenoxydul	41,0
Wasser	31,0
	98,4.

Kann man sich auf die Genauigkeit dieser Verhältnisse verlassen, so folgt hieraus die Formel:

$$(\dot{Fe})^5 \dddot{P} + 5 \dot{H}.$$

Das Sauerstoffverhältnifs, wie es aus dem Resultate der Analyse berechnet werden kann, ist nämlich:

	$\dddot{P}$	$(\dot{Fe})$	$\dot{H}$
	14,79 :	14,00 :	13,58
sollte seyn:	14,00 :	14,00 :	14,00.

Ein Theil des Wassers ist also in diesem Minerale als *basisches*, und ein anderer Theil als *Hydrat-Wasser* vorhanden. — Diese sich für den Vivianit von Bodenmais ergebende Formel ist vollkommen dieselbe, wie die, welche

man erhält, wenn man die Formel der künstlich bereiteten wasserhaltigen phosphorsauren Talkerde:

$$Mg^2 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 14 \dot{H},$$

auf die betreffende Weise umformt, wodurch dieselbe gleich

$$(\dot{Mg})^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 5 \dot{H}$$

wird. Die entsprechenden künstlichen Eisenoxydul- und Manganoxydul-Salze sind bis jetzt noch nicht analysirt, haben aber wohl ohne Zweifel dieselbe Formel. — Inzwischen dürfte der Vivianit von Bodenmais einer ferneren Untersuchung bedürfen, um mit Sicherheit zu ermitteln, ob derselbe wirklich eine andere Zusammensetzung habe, als der von Cornwall, was, wegen der Uebereinstimmung der Krystallformen beider Mineralien, eben nicht wahrscheinlich ist.

4) Mullicit.

Thomson fand dieses Mineral zusammengesetzt aus:

Phosphorsäure	26,06
Eisenoxydul	46,31
Wasser	27,14
	99,51.

Das entsprechende Sauerstoffverhältniſs ist:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} \quad (\dot{Fe}) \quad \dot{H}$$

$$14{,}60 : 14{,}00 : 13{,}75,$$

wonach dem Mullicit die Formel:

$$(\dot{Fe})^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 5 \dot{H},$$

zukommt, also dieselbe wie dem Vivianit von Bodenmais, nach Vogel's Analyse. Der chemische Unterschied zwischen beiden Mineralien würde hiernach nur darin bestehen, daſs im ersteren ein kleinerer Theil des Eisenoxyduls durch Wasser ersetzt ist, als im letzteren.

5) Vivianit von Isle de France.

Nach Laugier's Analyse besteht derselbe aus:

Phosphorsäure	21
Eisenoxydul	45
Wasser	34
	100.

Diese Zahlen scheinen allerdings keine grofse Genauigkeit zu verrathen; indessen geben sie ein Sauerstoffverhältnifs von:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} \quad \dot{Fe} \quad \dot{H}$$

$$11{,}77 : 10{,}25 : 30{,}11,$$

welches annähernd der Formel:

$$\dot{Fe}^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 15\dot{H},$$

entspricht, nach welcher das Sauerstoffverhältnifs **10 : 10 : 30** seyn sollte. In diesem Minerale scheint also *alles* Wasser als *Hydrat*-Wasser aufzutreten. Jedoch kann die angeführte Formel auch

$$(\dot{Fe})^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$$

geschrieben werden, für welchen Fall sämmtliches Wasser als basisches betrachtet werden müfste.

B. Kupfer-Phosphate.

Da das Kupferoxyd nicht isomorph mit Talkerde, Eisenoxydul u. s. w. ist, so kann natürlicherweise nicht angenommen werden, dafs 3 Atome Wasser 1 Atom Kupferoxyd ersetzen. Aus einem Grunde, den ich später anführen werde, gewinnt es indessen Wahrscheinlichkeit, dafs 2 Atome Wasser 1 Atom Kupferoxyd zu ersetzen vermögen. Dafs weniger Wasser erfordert wird, um 1 Atom Kupferoxyd als um 1 Atom Talkerde zu ersetzen, findet in der verschiedenen basischen Eigenschaft dieser Stoffe eine hinreichende Rechtfertigung. — Bei der Berechnung der Sauerstoffverhältnisse der folgenden Kupfer-Phosphate und Arseniate wurde also, einstweilen hypothetisch, $2\dot{H} = 1\dot{Cu}$ gesetzt.

1) Libethenit.

Der krystallisirte Libethenit besteht nach Berthier's Analyse aus:

Phosphorsäure	28,7
Kupferoxyd	63,9
Wasser	7,4
	100,0.

Digitized by Google

Diefs giebt, unter der eben gedachten Voraussetzung, ein Sauerstoffverhältnifs von:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} \quad (\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u})$$
$$16{,}08 : 16{,}18,$$

genau entsprechend der Formel:

$$(\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u})^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}},$$

welches die Formel des Vivianit (von Cornwall) und der Blaueisenerde (von Hillentrop) ist.

2) Phosphorochalcit.

Rammelsberg berechnete aus **Lynn's** Analyse des Phosphorochalcit von Rheinbreitenbach die Formel:

$$\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} + 5\,\bar{\mathrm{H}},$$

in vollkommener Harmonie mit den für die Phosphate hier bereits aufgestellten Formeln. Der Analyse zufolge dürfte auch hier ein (wiewohl nur sehr kleiner) Theil des Kupferoxyds durch Wasser ersetzt seyn, und die Formel daher vielleicht

$$(\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u})^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} + 5\,\dot{\bar{\mathrm{H}}}$$

geschrieben werden müssen, welches mit der Formel des Vivianit von Bodenmais und des Mullicit übereinstimmt.

3) Phosphorsaures Kupfer von Ehl bei Rheinbreitenbach.

Dasselbe besteht nach **Bergemann** aus:

Phosphorsäure	24,93
Kupferoxyd	65,99
Wasser	9,06
	99,98

entsprechend dem Sauerstoffverhältnifs:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} \quad \dot{\mathrm{C}}\mathrm{u} \quad \dot{\bar{\mathrm{H}}}$$
$$13{,}99 : 13{,}31 : 8{,}05,$$

woraus sich die Formel:

$$3\,\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}} + 10\,\dot{\bar{\mathrm{H}}},$$

ergiebt, nach welcher das Sauerstoffverhältnifs seyn sollte: 13 : 13 : 8,66.

4) Phosphorsaures Kupfer von Hirschberg.

Nach Kühn:

Phosphorsäure	20,87
Kupferoxyd	71,73
Wasser	7,40
	100,00

woraus sich das Sauerstoffverhältnifs ergiebt:

$\dddot{P}$		$(\dot{R})$	
11,69	:	17,76	$(\dot{Cu})^{15}\dddot{P}^2$.
11,69	:	17,54	

IV. Arseniate.

Da die relativen Mengen des Eisenoxyds und Eisenoxyduls im Skorodit und im Würfelerze bis jetzt noch nicht mit Genauigkeit ermittelt sind, so konnte hier keine Berechnung der sich, durch Einführung des Wassers als basischen Bestandtheil, für diese Mineralien ergebenden Formeln angestellt werden.

A. Erden-Arseniate.

Pikropharmakolith.

Die Zusammensetzung dieses Minerals ist nach Stromeyer's Analyse:

Arseniksäure	46,971
Kalkerde	24,646
Talkerde	3,223
Kobaltoxyd	0,998
Wasser	23,977
	99,815.

Diefs entspricht:

$\dddot{As}$		$(\dot{R})$	
16,30	:	15,47	$(\dot{R})^5\dddot{As}$.
16,00	:	16,00	

Formel des Vivianit, Libethenit und der Blaueisenerde. — Da der *Pharmakolith* keine andere Erde als *Kalkerde* ent-

Digitized by Google

hält, so kann bei diesem keine Ersetzung durch Wasser angenommen werden.

B. Kobalt-Arseniate.

Kobaltblüthe.

Nach **Berzelius** ist die Formel derselben:

$$\dot{\mathrm{Co}}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}}+6\dot{\mathrm{H}},$$

welche sich, da Eisenoxydul und Kobaltoxydul isomorph sind, und also $3\dot{\mathrm{H}}=1\dot{\mathrm{Co}}$ gesetzt werden kann, auch schreiben läfst:

$$(\dot{\mathrm{Co}})^5\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}},$$

wodurch sie gleich der des Vivianit von Cornwall wird; und *die von* **Gustav Rose** *nachgewiesene Uebereinstimmung der Krystallformen beider Mineralien würde alsdann hiermit in vollkommener Uebereinstimmung stehen.* Nach **Kersten's** Analyse der Schneeberger Kobaltblüthe kommt diesem Minerale aber die Formel $\dot{\mathrm{Co}}^3\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}}+8\dot{\mathrm{H}}$ zu.

C. Kupfer-Arseniate.

1) Olivenit.

Richardson fand den krystallisirten Olivenit bestehend aus:

Arseniksäure	39,9	39,80
Kupferoxyd	56,2	56,65
Wasser	3,9	3,55
	100,0	100,00

Das aus dem Mittel beider Analysen folgende Sauerstoffverhältnifs ist:

$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}}$		$(\dot{\mathrm{Cu}})$	
13,83	:	13,04	$(\dot{\mathrm{Cu}})^5\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}}$.
13,00	:	13,00	

Also ebenfalls die Formel des Vivianit und der anderen genannten Mineralien. $2\dot{\mathrm{H}}$ wurden $=1\dot{\mathrm{Cu}}$ gesetzt.

Digitized by Google

2) Euchroit.

Der Euchroit von Libethen besteht nach Turner aus:

Arseniksäure	33,02
Kupferoxyd	47,85
Wasser	18,80
	99,67.

Hieraus kann folgendes Sauerstoffverhältniſs berechnet werden:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} \quad (\dot{Cu}) \quad \dot{H}$$
$$11{,}47 : 12{,}00 : 12{,}01,$$

welches dem für den Phosphorochalcit berechneten Sauerstoffverhältniſs sehr nahe kommt, und woraus sich also die Formel:

$$(\dot{Cu})^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 5\dot{H},$$

ergiebt. Im Euchroit tritt aber eine gröſsere Menge Wasser (etwa $\frac{1}{4}$ alles vorhandenen) als basisches auf, als dieſs im Phosphorochalcit der Fall ist.

3) Kupferschaum.

Nach v. Kobell's Analyse ist die Formel des strahlig blättrigen Kupferschaums von Falkenstein:

$$\dot{Cu}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 10\dot{H},$$

wenn der in dem Minerale enthaltene kohlensaure Kalk (dessen Menge nahe 1 Atom beträgt) nicht berücksichtigt wird.

4) Erinit.

Nach Turner's approximativer Analyse dieses Minerals hat dasselbe folgende Zusammensetzung:

Arseniksäure	33,78
Kupferoxyd	59,44
Wasser	5,01
Thonerde	1,77
	100,00.

Wird die Thonerde nicht berücksichtigt, so ergiebt sich hieraus ein Sauerstoffverhältniſs von:

Digitized by Google

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} \quad \dot{Cu} \quad \dot{H}$$

$$11{,}73 : 11{,}99 : 4{,}45,$$

aus welchem die Formel:

$$2\dot{C}u^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 5\dot{H},$$

abgeleitet werden kann, oder auch vielleicht:

$$3\dot{C}u^5\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 5\dot{H}.$$

Erstere erfordert ein Sauerstoffverhältnifs von 11 : 11 : 5,5 und letztere von 12 : 12 : 4.

5) Kupferglimmer.

Die Zusammensetzung des Kupferglimmers aus Cornwall ist nach Chenevix:

Arseniksäure	21
Kupferoxyd	58
Wasser	21
	100

entsprechend dem Sauerstoffverhältnisse:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} \quad \dot{Cu} \quad \dot{H}$$

$$7{,}29 : 11{,}70 : 18{,}67,$$

welches auch geschrieben werden kann:

$$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} \quad (\dot{Cu}) \quad \dot{H}$$

$$7{,}29 : 15{,}00 : 12{,}07,$$

und dann ziemlich nahe der Formel:

$$2(\dot{C}u)^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 15\dot{H},$$

entspricht, welche ein Sauerstoffverhältnifs von 7,50 : 15,00 : 11,25 erfordert.

6) Linsenerz.

Rammelsberg giebt für das Linsenerz von Cornwall, nach der Analyse von Chenevix, die Formel:

$$\dot{C}u^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 30\dot{H},$$

welche mit dem Resultate der Analyse sehr nahe übereinstimmt und mit der für das vorhergehende Mineral entworfenen Formel sehr gut harmonirt. Diese kann nämlich auch $4(\dot{C}u)^{10}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As} + 30\dot{H}$ geschrieben werden.

Digitized by Google

V. Sulphate.

1) Eisenvitriol.

Nach Mitscherlich ist die Formel des Eisenvitriol:

$$\dot{Fe}\dddot{S} + 6\dot{H},$$

nach Graham dagegen:

$$\dot{Fe}\dddot{S} + 7\dot{H}.$$

Die erste Formel kann, wenn $3\dot{H} = 1\dot{Fe}$ gesetzt wird, umgeformt werden zu:

$$(\dot{Fe})^3\dddot{S},$$

die andere dagegen zu:

$$(\dot{Fe})^3\dddot{S} + \dot{H}.$$

Da Eisenoxydul und Wasser im Eisenvitriol stets in einem constanten Verhältnisse vorzukommen scheinen, so mufs die erstere Formel eigentlich richtiger $\dot{Fe}^3\dddot{S} + 2(\dot{H})^3\dddot{S}$, und die andere ebenso aber $+\dot{H}$ geschrieben werden.

2) Bittersalz.

Die Formel desselben ist:

$$\dot{Mg}\dddot{S} + 7\dot{H},$$

welches umgeformt werden kann zu:

$$(\dot{Mg})^3\dddot{S} + \dot{H},$$

wobei die beim Eisenvitriol gemachten Bemerkungen gelten.

3) Zinkvitriol.

Derselbe hat die Formel:

$$\dot{Zn}\dddot{S} + 7\dot{H},$$

welches gleich ist:

$$(\dot{Zn})^3\dddot{S} + \dot{H}.$$

4) Kobaltvitriol.

Der Kobaltvitriol von Biber besteht nach Winkelblech aus:

Schwefelsäure	29,05
Kobaltoxydul	19,91
Talkerde	3,86
Wasser	46,83
	99,65.

Digitized by Google

Diefs giebt ein Sauerstoffverhältnifs von:

$$\begin{matrix} \dddot{S} & \dot{Co}\text{ u. }\dot{Mg} & \dot{H} \\ 17{,}39 & : 5{,}74 : & 13{,}88, \end{matrix}$$

welches man umformen kann zu:

$$\begin{matrix} \dddot{S} & (\dot{R}) & \dot{H} \\ 17{,}39 & : 17{,}66 : & 5{,}88, \end{matrix}$$

und alsdann sehr nahe entsprechend der Formel:

$$(\dot{Co})^3 \dddot{S} + \dot{H},$$

welche ein Sauerstoffverhältnifs erfordert von:

$$17{,}64 : 17{,}64 : 5{,}88.$$

Die Formel des künstlich bereiteten *Nickelvitriol*:

$$\dot{Ni}\dddot{S} + 7\dot{H},$$

kann ebenfalls zu:

$$(\dot{Ni})^3 \dddot{S} + \dot{H},$$

verändert werden.

Kopp hat einen Kobaltvitriol von Biber untersucht, welcher eine andere Zusammensetzung ergab, als der von Winkelblech untersuchte, nämlich:

Schwefelsäure	19,74
Kobaltoxydul	38,71
Wasser	41,55
	100,00

entsprechend dem Sauerstoffverhältnifs von:

$$\begin{matrix} \dddot{S} & \dot{Co} & \dot{H} \\ 11{,}82 & : 8{,}25 : & 12{,}31, \end{matrix}$$

welches umgeformt werden kann zu:

$$\left.\begin{matrix} \dddot{S} & (\dot{Co}) & \dot{H} \\ 11{,}82 & : 12{,}00 : & 25{,}68 \\ 12{,}00 & : 12{,}00 : & 24{,}00 \end{matrix}\right\} \quad (\dot{Co})^3 \dddot{S} + 6\dot{H}.$$

Es wäre interessant zu wissen, ob dieser Kobaltvitriol dieselbe Krystallform besessen hat, wie der von Winkelblech untersuchte, welcher jedenfalls wohl für den normalen angesehen werden mufs.

5) Kupfervitriol.

Die Formel desselben ist:

$$\dot{Cu}\dddot{S} + 5\dot{H}.$$

Digitized by Google

Bei der Annahme, dafs 1 $\dot{\text{Cu}}$ durch 2 $\dot{\text{H}}$ ersetzt werden kann, wird diese Formel gleich

$$(\dot{\text{Cu}})^3\dddot{\text{S}} + \dot{\text{H}}.$$

Da also hierdurch der Kupfervitriol dieselbe Formel wie (vielleicht mit Ausnahme des Eisenvitriols) jeder der übrigen angeführten Vitriole erhält, so schien mir darin ein nicht unwichtiger Grund für die obige Annahme zu liegen, welche durch die für die Kupfer-Phosphate und Arseniate berechneten Formeln nicht wenig unterstützt wird.

6) Basischer Kupfervitriol.

Das sich aus der Berthier'schen Analyse dieses Minerals ergebende Sauerstoffverhältnifs ist:

$\dddot{\text{S}}$		$\dot{\text{Cu}}$		$\dot{\text{H}}$
9,93	:	13,35	:	15,29,

oder auch, durch Umformung:

$\dddot{\text{S}}$		$(\dot{\text{Cu}})$		$\dot{\text{H}}$	
9,93	:	19,33	:	3,33	$(\dot{\text{Cu}})^6\dddot{\text{S}} + \dot{\text{H}}$.
9,75	:	19,50	:	3,25	

7) Schwefelsaure Thonerde.

Die Formel der schwefelsauren Thonerde, sowohl der natürlich vorkommenden als der künstlich bereiteten, ist:

$$\dddot{\text{Al}}\dddot{\text{S}}^3 + 18\dot{\text{H}},$$

welchen Ausdruck man auch schreiben kann:

$$2(\dot{\text{R}})^3\dddot{\text{S}} + \dddot{\text{Al}}\dddot{\text{S}}.$$

$(\dot{\text{R}})$ besteht bei dem künstlich bereiteten reinen Salze nur aus Wasser; im natürlich vorkommenden scheinen aber auch kleine Mengen damit isomorpher fester Basen, wie $\dot{\text{Fe}}$, $\dot{\text{Mg}}$ u. s. w., vorzukommen.

8) Alaun.

Die Alaunformel:

$$\dot{\text{R}}\dddot{\text{S}} + \dddot{\text{Al}}\dddot{\text{S}}^3 + 24\dot{\text{H}},$$

kann umgeformt werden zu:

$$3(\dot{\text{R}})^3\dddot{\text{S}} + \dddot{\text{Al}}\dddot{\text{S}}.$$

Digitized by Google

9) Alaunstein.

Rammelsberg giebt, nach **Cordier's** Analyse, dem krystallisirten Alaunstein von Tolfa die Formel:

$$(\dot{K}\dddot{S} + \dddot{Al}\dddot{S}^3) + 3\dddot{Al}\dot{H}^3,$$

welche mir darin ein unwahrscheinliches Verhältniſs zu enthalten scheint, daſs ein Theil Thonerde und Schwefelsäure zu einem neutralen Salze verbunden sind, während ein dreifach gröſserer Theil Thonerde, im Zustande eines Hydrates, sich in keiner Verbindung mit dieser Säure befindet. Schreibt man die Formel dagegen:

$$(\dot{R})^3\dddot{S} + \dddot{Al}^3\dddot{S}^2,$$

so verschwindet dieses unwahrscheinliche Verhältniſs.

Es muſs die Aufmerksamkeit erregen, daſs in den für die verschiedenen (neutralen) Vitriole aufgestellten Formeln stets 1 Atom $\dot{H}$ als Krystallisations-Wasser auftritt, während 6 Atome $\dot{H} = 2(\dot{R})$ als Base mit der Schwefelsäure verbunden sind. Dieſs stimmt sehr gut mit **Graham's** bekannter Beobachtung überein, nach welcher diese Salze beim Erhitzen 6 Atome Wasser mit bedeutend gröſserer Leichtigkeit entweichen lassen als das siebente Atom Wasser, welches erst bei einer noch mehr erhöhten Temperatur ausgetrieben wird. **Graham** nannte dieses letztere »basisches Wasser«, und das erstere: Krystallisationswasser. Nach unserer jetzigen Betrachtungsweise muſs diese Benennung umgekehrt werden [1]).

1) Ob übrigens in allen betreffenden Vitriolen die Menge der 1 und 1 atomigen Basen ($\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Co}$, $\dot{Ni}$, $\dot{Zn}$, $\dot{Cu}$) *stets* in einem *festen* atomistischen Verhältnisse zur Menge des basischen Wassers steht [wie $\dot{R} : 2(\dot{H})$], während dieſs, wie wir gesehen haben, bei anderen Mineralien (Silicaten, Phosphaten und Arseniaten) durchaus *nicht* der Fall zu seyn scheint, muſs einstweilen noch dahin gestellt bleiben. Allerdings könnte, bereits jetzt schon, die Ursache der nicht ganz unbedeutenden Verschiedenheit der Resultate, welche verschiedene Chemiker bei der Analyse einiger jener Vitriole erhalten haben, in dem *nicht constanten* Verhältnisse zwischen den 1 und 1 atomigen Basen und dem basischen Wasser gesucht werden; aber da hiebei leicht auch mancherlei andere Umstände im Spiele gewesen seyn können, so dürfte dieſs kaum etwas beweisen. Ich habe deshalb eine Reihe von Versuchen begonnen, welche

Digitized by Google

Nach Beendigung dieser Untersuchungen eine Wiederaufzählung der zahlreichen Thatsachen vorzunehmen, welche dafür sprechen, dafs das Wasser im Mineralreiche eine ausgedehnte Rolle als Base spielt, erscheint mir als eine unnöthige Arbeit, welche überdiefs, wenn sie kurzgefafst seyn sollte, sehr leicht unvollständig werden könnte. Nach allem Angeführten kann es wohl als feststehend betrachtet werden: *dafs* 1 *Atom Talkerde, Eisenoxydul, Manganoxydul,* (wahrscheinlich auch) *Kobaltoxydul, Nickeloxydul und Zinkoxyd durch* 3 *Atome Wasser, und dafs* 1 *Atom Kupferoxyd durch* 2 *Atome Wasser isomorph ersetzt werden können.* Hierdurch wird eine neue Art der Isomorphie begründet, welche man, im Gegensatz zur früher bekannten (monomeren) Isomorphie, *polymere Isomorphie* nennen könnte. Es unterliegt kaum einem Zweifel, dafs der Umfang derselben später noch erweitert werden dürfte. Ich erinnere in dieser Beziehung nur an die Bemerkung v. Bonsdorff's, dafs in den Hornblenden $3\dddot{Al}$ mit $2\dddot{Si}$ isomorph zu seyn scheinen, eine Meinung, welche jetzt, da sie durch analoge Beispiele für eine solche polymere Ersetzung unterstützt wird, an Wahrscheinlichkeit gewinnt [1]).

Dafs die polymere Isomorphie auch aufserhalb der Gränzen des Mineralreiches eine Rolle spielt, kann nicht zweifelhaft erscheinen. Meine Zeit erlaubt es mir jedoch einstweilen nicht, die Verfolgung dieses Gegenstandes über diese Gränzen fortzusetzen.

Fast halte ich es für überflüssig zu erklären, dafs ich durchaus nicht der Meinung bin, dafs *sämmtliche* von mir hier aufgestellte Formeln die richtigen seyen. Bei einer nicht geringen Anzahl der betreffenden Mineralien, besonders

zum Zwecke haben krystallisirte Vitriole darzustellen, in denen $\dot{R}$ und ($\dot{H}$) nicht in dem angegebenen festen Verhältnisse zu einander stehen. Dafs solche Vitriole, wenn sie überhaupt existiren, nur unter ganz besonderen Umständen gebildet werden können, dürfte keinem Zweifel unterliegen.

1) Möglicherweise erstatten die kleinen Mengen $\dddot{Al}$ und $\dddot{Cr}$ im Schillerspathe (s. d.) auf diese Weise eine entsprechende Quantität $\dddot{Si}$.

ders bei solchen, deren Zusammensetzung noch nicht hinreichend genau ermittelt ist, wurden die Formeln nur vorschlagsweise gegeben, und es muſs späteren Untersuchungen anheim gestellt bleiben darzulegen, in wiefern ich in diesen Fällen das Richtige getroffen habe.

Am Schlusse dieses Aufsatzes möge es mir gestattet seyn einige allgemeine Bemerkungen hinzuzufügen, welche mir von Wichtigkeit erscheinen und Gegenstände betreffen, die mit den hier abgehandelten mehr oder weniger im Zusammenhange stehen.

1) Bemerkungen über die Zeolithe.

Unter allen bis jetzt hier betrachteten Mineralien befindet sich kein einziges, welches zu den Zeolithen gehört. Diese unter anderem durch ihren Wassergehalt ausgezeichnete Mineralgruppe ist nämlich zugleich auf eine sehr merkwürdige Weise *durch den gänzlichen Mangel an Talkerde und Eisenoxydul charakterisirt*, *zweier Basen also*, *welche vorzugsweise leicht und häufig durch Wasser ersetzt werden.* Die in den Zeolithen am gewöhnlichsten auftretenden 1 und 1 atomigen Basen sind *Kalkerde* und *Kali*, von denen es scheint, daſs sie, wenigstens in Mineralien, in welchen sie eine Hauptrolle spielen, nicht durch Wasser ersetzt werden können. Versucht man gleichwohl das in den Zeolithen enthaltene Wasser ganz oder theilweise als basisches zu betrachten, so erhält man in den meisten Fällen entweder sehr unwahrscheinliche Formeln, oder doch solche, die nicht darauf Anspruch machen können den älteren vorgezogen zu werden. Nur in einigen wenigen Fällen schienen mir die erhaltenen Resultate, welche ich in dem Folgenden mittheilen will, der Beachtung nicht ganz unwerth zu seyn.

1) Okenit.

Formel: $\dot{\text{Ca}}^3 \dddot{\text{Si}}^4 + 6 \dot{\text{H}}$

Kann umgeformt werden zu: $3 \dot{\text{Ca}} \dddot{\text{Si}} + (\dot{\text{R}}) \dddot{\text{Si}} + 3 \dot{\text{H}}$.

2) Apophyllit.

$\dot{\text{K}} \dddot{\text{Si}}^2 + 8 \dot{\text{Ca}} \dddot{\text{Si}} + 16 \dot{\text{H}}$ $3 \dot{\text{R}}^3 \dddot{\text{Si}}^2 + 2 (\dot{\text{R}})^3 \dddot{\text{Si}}^2$

Digitized by Google

$\dot{R}$ enthält hier $\dot{K}$ und $\dot{Ca}$, ($\dot{R}$) dagegen alles vorhandene Wasser. Nach dieser Formel müfste aber der Wassergehalt des Apophyllit etwa 18 Procent betragen, während sowohl Berzelius als Stromeyer nur 16 — 17 Procent gefunden haben.

3) Analcim.

$$\dot{Na}^3 \dddot{Si}^2 + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 6\dot{H} \qquad 3[\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{Al}\dddot{Si}] + 2(\dot{R})\dddot{Si}.$$

Das eingeklammerte Glied ist die Labradorformel. ($\dot{R}$) enthält ebenfalls nur Wasser.

4) Harmotom.

$$\dot{Ba}^3 \dddot{Si}^2 + 4\dddot{Al}\dddot{Si}^2 + 18\dot{H} \qquad \dot{Ba}^3\dddot{Si}^2 + 2[(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}].$$

Das eingeklammerte Glied ist die Formel des Skapolith, Amphodelith u. s. w.

5) Epistilbit.

$$\left.\begin{matrix}\dot{Ca}\\ \dot{Na}\end{matrix}\right\}\dddot{Si} + 3\dddot{Al}\dddot{Si}^3 + 5\dot{H} \qquad \dot{Ca}^3\dddot{Si}^2 + 2[(\dot{R})^3\dddot{Si}^2 + 2\dddot{Al}\dddot{Si}^2].$$

Das Eingeklammerte ist die Formel des Weifsit. Das aus Gustav Rose's Analyse des Epistilbit abgeleitete Sauerstoffverhältnifs ist:

$\dddot{Si}$	$\dddot{Al}$	$\dot{Na}$ u. $\dot{H}$	$\dot{Ca}$
30,44 :	8,18 :	4,75 :	2,12,

während es nach der von mir aufgestellten Formel seyn sollte:

30,44 : 8,69 : 4,35 : 2,17,

stimmt also sehr nahe mit dem durch die Analyse Gefundenen überein. ($\dot{R}$) enthält in dieser Formel sämmtliches Natron und sämmtliches Wasser.

Wenn es also auch vielleicht Wahrscheinlichkeit haben dürfte, dafs einige Zeolithe basisches Wasser enthalten, so scheint es doch eine charakteristische Eigenschaft *der Zeolithe im Allgemeinen* zu seyn, dafs das in ihnen vorhandene Wasser wirkliches Krystallisations-Wasser ist.

Digitized by Google

2) Bemerkungen über gewisse Pseudomorphosen.

Eine nicht unbedeutende Anzahl von Mineralien von der verschiedenartigsten chemischen und krystallographischen Beschaffenheit, wie Spinell, Granat, Augit, Feldspath, Turmalin, Glimmer u. s. w., finden sich bekanntlich anscheinend in eine Masse umgewandelt, die man, nach ihren äufseren Kennzeichen, bald Speckstein, bald Serpentin genannt hat. An genaueren chemischen Untersuchungen dieser speckstein- und serpentinartigen Massen fehlt es aber bis jetzt noch sehr. Wäre der Aspasiolith, welcher dem Serpentin sehr ähnlich sieht, nicht genauer von mir untersucht worden, so hätte nichts näher gelegen, als jene Krystalle, die theilweise aus Cordierit, theilweise aus Aspasiolith bestehen, *für zum Theil in Serpentin umgewandelte Cordieritkrystalle zu halten,* und die Zahl jener eigenthümlichen Pseudomorphosen wäre dadurch noch um eine vermehrt worden. Da es nun ferner erwiesen ist, dafs die Snarumer Serpentinkrystalle nichts weniger als Pseudomorphosen nach Olivin sind, so kann der Schlufs nicht sehr gewagt erscheinen: dafs auch wohl einige jener andern, bisher für Pseudomorphosen in Anspruch genommenen, serpentin- und specksteinähnlichen Massen bei näherer Untersuchung zu einem ganz analogen Resultate führen dürften. Im Spinell, Granat, Augit u. s. w. kann leicht ein Theil der 1 und 1 atomigen Basen durch Wasser ersetzt auftreten, und dadurch ein Mineral von entsprechender gleicher Krystallform, aber von serpentin- oder specksteinartiger Beschaffenheit gebildet werden. So haben z. B. Spadait und Meerschaum, zwei dem Serpentin und Speckstein verwandte Mineralien, die Formel des Augit, nur mit dem Unterschiede, dafs ein Theil der Basen durch Wasser ersetzt ist; auf gleiche Weise hat der Onkosin die Formel des Labrador, der Pinguit die des Granat, der Pyrargillit die des Fahlunit u. s. w.

Dafs *wirkliche* Pseudomorphosen vorkommen, in denen die Talkerde eine wesentliche Rolle spielt, soll hierdurch keinesweges in Abrede gestellt werden. Es ist eine längst

Digitized by Google

bekannte Thatsache, dafs gewisse Gesteins-Metamorphosen sehr häufig da angetroffen werden, wo kohlensäurehaltiges Wasser eine lange fortgesetzte Einwirkung auf Gesteinsmassen ausübte, indem es denselben, vermöge seiner auflösenden Eigenschaft, gewisse Bestandtheile entzog. Diefs auf solche Weise mit Kohlensäure und *zugleich mit anderen Stoffen* beladene Wasser scheint aber in gewissen Fällen, auf seinem in die Tiefe fortgesetzten Wege, einige dieser Stoffe wieder abzusetzen, oder vielmehr *gegen andere, leichter in kohlensäurehaltigem Wasser lösliche zu vertauschen,* und dadurch zur Bildung einer besonderen Art von Pseudomorphosen Veranlassung zu geben. Besonders kohlensäurehaltiges Wasser, welches *kohlensaure Talkerde* aufgelöst enthält, kann einen solchen Einflufs ausüben; es kann Silicaten einen Theil der leichter auflöslichen Basen (besonders Alkali) entziehen und dieselben, wenigstens theilweise, durch *Talkerde und Wasser* ersetzen. Die Auflösung der kohlensauren Talkerde in kohlensäurehaltigem Wasser ist nämlich, wie bekannt, dadurch vor den ähnlichen Auflösungen anderer Erden ausgezeichnet, dafs sie *alkalisch* reagirt, und daher eine weit kräftigere Wirkung auf Silicat-Gesteine haben mufs, als z. B. eine Auflösung der kohlensauren Kalkerde in mit Kohlensäure geschwängertem Wasser, welche eine *saure* Reaction besitzt. Am meisten kräftig in dieser Hinsicht müssen natürlich die Auflösungen der kohlensauren Alkalien wirken; diese werden aber, wie man leicht einsieht, zu keiner solchen Absetzung von Stoffen Veranlassung geben können [1]. — Dafs eine derartige

1) Auch die Auflösung der kohlensauren Kalkerde in kohlensäurehaltigem Wasser kann schwerlich etwas Anderes absetzen als *kohlensauren Kalk*, entweder durch Verminderung der freien Kohlensäure, oder durch Aufnahme von leichter auflöslichen Stoffen, in die Solution, wodurch ein Theil des kohlensauren Kalkes gezwungen wird sich auszuscheiden. Dafs dagegen kohlensaure Talkerde, welche ihre Kohlensäure leichter abgiebt, aus einer solchen Auflösung als kieselsaure Talkerde (und Wasser) gefällt werden kann, hat gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich. Uebrigens kann man sich vorstellen, dafs das Wasser, welches sich, besonders bei lange fortgesetzter Einwirkung, in so viele Verbindungen anderer Stoffe

Digitized by Google

oder doch ähnliche Bildung von Pseudomorphosen auf dem hier skizzirten Wege wirklich statt findet, dafür finden sich in Norwegen (in der Umgegend von Arendal) sehr interessante Belege, welche ich mir vorbehalte bei einer späteren Gelegenheit näher zu berühren.

3) Bemerkungen über einige petrographische und geognostische Verhältnisse.

Wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die für die Glimmer und glimmerartigen Mineralien aufgestellten Formeln richten, kann es uns nicht entgehen, dafs in vielen derselben die nämlichen Glieder vorkommen, wie in den Formeln für die Feldspäthe, wie z. B. $\dot{R}\dddot{Si}$, $\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}^3$, $\dddot{\bar{R}}\dddot{Si}^2$ u. s. w., wodurch ein gewisser Zusammenhang zwischen beiden sich anscheinend so fern stehenden Mineral-Gruppen angedeutet wird, welcher es erklärt: warum dieselben einander in den krystallinischen Urgebirgsarten so überaus häufig begleiten. Sehr charakteristisch sind aber die feldspathartigen Mineralien von den Glimmern und glimmerartigen Mineralien dadurch verschieden, dafs erstere niemals Wasser in ihre Mischung aufgenommen haben, was ohne Zweifel daher rührt, dafs die in ihnen enthaltenen 1 und 1 atomigen Basen fast nur aus Alkalien bestehen, die dem Wasser keinen Zutritt gestatteten, während dasselbe von den talkerde- und eisenoxydulhaltigen Glimmern leichter aufgenommen werden mufste. — Die Formel der Glimmer von Miask, Monroe und Karosulik, und wahrscheinlich noch vieler anderer, ist, wie früher bereits erwähnt, die des Granat; die Formeln der Glimmer von Abborforfs und Sala kommen der Granatformel nahe, indem sie dieselben Glieder wie diese, nur in einer anderen Combination, enthalten. Hieraus dürfte sich der Umstand erklären: warum Granaten in so vielen Glimmerschiefern eingewachsen vorkommen.

Endlich komme ich auf die schon zu Anfang dieser Ab-

einzudrängen vermag, der *mit ihm* (in gewisser Beziehung) *isomorphen Talkerde* hierdurch so zu sagen *den Weg bahnt.*

handlung aufgeworfene Frage zurück: warum, da doch Aspasiolith und Cordierit neben einander vorkommen, nicht auch Serpentin von Olivin begleitet wird?

Dafs das Wasser, so gut wie jede andere der betreffenden Basen, bei der Bildung des Aspasiolith und Serpentin (und überhaupt aller im Urgebirge als Gemengtheile vorkommenden wasserhaltigen Mineralien) vorhanden gewesen seyn mufs, wird nicht leicht in Zweifel gezogen werden können. Warum ist nun aber das Wasser *so durchgängig* von der Serpentinmasse aufgenommen worden, dafs auch kein noch so geringer Theil Olivin entstehen konnte, während der Cordierit nur *stellenweise* Wasser in sich aufnahm und dadurch zu Aspasiolith wurde? Zur Lösung dieser Frage müssen wir zuerst auf die Formeln der betreffenden Mineralien Rücksicht nehmen.

Olivin:	Cordierit:
$\dot{R}^3 \dddot{Si}$	$\dot{R}^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\not{R}} \dddot{Si}$
Serpentin:	**Aspasiolith:**
$(\dot{R})^3 \dddot{Si}$	$(\dot{R})^3 \dddot{Si}^2 + 3 \dddot{\not{R}} \dddot{Si}$.

Im Olivin sind drei Atome Talkerde nur an *ein* Atom Kieselerde, im Cordierit aber ist dieselbe Menge Talkerde an *zwei* Atome Kieselerde gebunden. Offenbar ist es nun leichter, dafs aus einer Verbindung der ersten Art (einem Drittel-Silicate) ein Theil der Base durch eine andere basische Substanz verdrängt wird, als aus einer Verbindung der anderen Art (einem Zweidrittel-Silicate). Also schon aus diesem Grunde mufste es dem Wasser leichter werden sich einen Eingang in den Olivin, als in den Cordierit zu verschaffen. Dafs aber das Wasser bei der Serpentinbildung wirklich einen Theil der Talkerde *verhindert* hat, sich an seiner Statt mit Kieselerde zu verbinden, geht daraus mit Gewifsheit hervor, dafs im Serpentin von Snarum ein Mineral (Hydrotalkit) in grofser Menge eingewachsen vorkommt, welches aus *Talkerde-Hydrat* und kohlensaurer Talkerde besteht. *Es kann daher bei der Serpentinbildung durchaus nicht an Talkerde gefehlt haben, und das Wasser von*

der Kieselerde, so zu sagen, aus Noth aufgenommen worden seyn: sondern das Wasser hat, vermöge seiner basischen Eigenschaft, wirklich einen Theil der Talkerde ***verdrängt****, und* ***dadurch jede Olivinbildung unmöglich gemacht.*** Einen solchen Einfluſs konnte das Wasser auf die für dasselbe schwerer zugängliche Cordieritmasse nicht ausüben; sondern von dieser wurde es hauptsächlich nur da aufgenommen, *wo es an Talkerde fehlte.* Daſs letzteres in der That der Fall, oder daſs die Talkerde doch wenigstens in keinem Ueberschusse vorhanden war, wird dadurch erwiesen, daſs in der Begleitung des Aspasiolith und Cordierit weder freie Talkerde, noch ein talkerdehaltiges Mineral vorkommt, welches einen Theil seines Talkerdegehaltes hätte abtreten können. Im Anfange ihrer Bildung konnte es den Cordieritkrystallen natürlich am wenigsten an einer mit Talkerde gesättigten Cordieritmasse fehlen; bei der Vergröſserung der Krystalle aber muſste das Wasser die mangelnde Talkerde ersetzen. Deswegen besteht vorzugsweise der *Kern* derselben aus *Cordierit* und *der ihrer Oberfläche näher gelegene Theil* aus *Aspasiolith.*

Wenn *Olivin,* wie wir eben gesehen haben, bei Gegenwart von Wasser *nicht entstehen kann,* und *Serpentin* zu seiner Entstehung die Gegenwart des Wassers *erfordert,* so drängt sich der Schluſs von selbst auf: *daſs alle Gebirgsarten, in denen Olivin auftritt, bei ihrer Entstehung kein Wasser enthalten haben können, während dasselbe in denjenigen, welche Serpentin führen, nothwendigerweise vorhanden gewesen seyn muſs.* In der That sind auch die olivinführenden Gebirgsarten, sowohl durch ihren petrographischen Charakter, als durch ihre Stellung in der Reihe der geognostischen Formationen, scharf und vollständig von den serpentinführenden getrennt; erstere gehören zu den *basaltischen Gesteinen* und letztere zu den *krystallinischen Urgebirgsarten.*

Thonerde und Eisenoxyd. Die Krystallform dieses gewässerten kohlensauren Kalkes vermochte ich nicht genau zu bestimmen, da die Krystalle einerseits zu dendritischen Gestalten gruppirt waren, und andrerseits bei dem nothwendigen Manipuliren sehr schnell decomponirt wurden. Inzwischen liefsen sie sich doch deutlich als Rhomboëder erkennen. — Als ich, ein Paar Wochen später, eine zweite Partie dieser Krystalle holen wollte, waren sie alle verschwunden, und an ihrer Stelle lag ein feinkörnig krystallinischer Schlamm, aus gewöhnlichem kohlensauren Kalke (ohne Krystall-Wasser) bestehend. In der Zwischenzeit hatte nämlich die Lufttemperatur, und also auch die Temperatur des Baches, bedeutend zugenommen; und überdiefs war der Bach noch den Strahlen der Mittagssonne ausgesetzt.

Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dafs das hier in Rede stehende Kalksalz dasselbe ist, welches schon Pelouze und der Fürst von Salm-Horstmar untersucht haben, nämlich: Fünffach gewässerter Einfach-kohlensaurer Kalk:

$$\dot{Ca}\ddot{C} + 5\dot{H},$$

mit welcher Formel besonders die Analyse von Pelouze, welche 52,92 Procent kohlensauren Kalk und 47,08 Procent Wasser ergab, sehr nahe übereinstimmt. Pelouze erhielt das von ihm untersuchte Salz aus einer Auflösung von Kalk in zuckerhaltigem Wasser, welche einige Monate der Einwirkung der kalten Winterluft ausgesetzt wurde. Die Krystalle, welche der Fürst von Salm-Horstmar untersuchte, hatten sich in einer metallenen Pumpenröhre aus dem Brunnenwasser abgesetzt.

Die angeführte Formel, deren Richtigkeit in Betreff der procentischen Zusammensetzung, welche sie repräsentirt, nicht zu bezweifeln ist, bietet eben keine symmetrischen Verhältnisse dar. Nehmen wir an, dafs von den 5 Atomen Wasser 3 Atome als *basisches Wasser*, also als ($\dot{H}$), vorhanden sind, so verändert sich diese Formel zu:

Digitized by Google

$$\dot{Ca}^2 \ddot{C} + (\dot{H})^2 \ddot{C} + 4\dot{H},$$

welches man auch schreiben kann:

$$(\dot{Ca})^2 \ddot{C} + 2\dot{H}.$$

In diesem Falle ist also ein Theil (wie es scheint, genau die Hälfte) der Kalkerde durch basisches Wasser ersetzt. Da letzteres isomorph mit der Talkerde ist, und da wiederum kohlensaurer Talk durch kohlensauren Kalk ersetzt werden kann, so mufs auch kohlensaures basisches Wasser kohlensauren Kalk ersetzen können. Dafs jene 3 Atome Wasser in der That *eine andere Rolle spielen*, als die übrigen 2 Atome, welche für wirkliches Krystallisations-Wasser angenommen wurden, geht aus einem interessanten Versuche von Pelouze hervor. Als derselbe nämlich die Krystalle des gewässerten kohlensauren Kalkes mit kochendem absoluten Alkohol übergofs, *wurden denselben dadurch 2 Atome Wasser entzogen, während 3 Atome zurückblieben.* (S. d. Ann. Bd. 24, S. 575.)

V. *Ueber die Zusammensetzung einiger phosphorsauren Salze; von C. Rammelsberg.*

Schon bei einer früheren Gelegenheit [1]) habe ich Versuche über die Zusammensetzung einer Reihe natürlicher und künstlich dargestellter Phosphate mitgetheilt, insbesondere von Kalkerde, Talkerde, Thonerde, Thonerde-Lithion, Natron-Lithion, von Eisenoxyd-Oxydul und Eisenoxyd.

Bei einer Fortsetzung dieser Versuche war es allein die Aufgabe, zu ermitteln, welche Zusammensetzung die Niederschläge haben, die durch das gewöhnliche *phosphorsaure Natron*, $(\dot{Na}^2, \dot{H})\,\dddot{P}$, in den Auflösungen gewisser Erd- und Metallsalze hervorgebracht werden, ob die entstehende Verbindung, wie diefs bei den Silbersalzen zuerst bemerkt wurde, stets 3 Atome wirklicher Basis enthält,

1) Diese Annalen, Bd. 64, S. 251, 405; Bd. 66, S. 79.

oder ob 1 Atom derselben, gleichwie im Natronsalze, durch Wasser ersetzt bleibt; überhaupt, welche Verschiedenheiten jene Niederschläge zeigen, je nachdem bei ihrer Darstellung das Natronsalz zu einem Ueberschufs des anderen Salzes, oder umgekehrt gebracht wird. Frühere Versuche von Berzelius und Mitscherlich haben diesen Gegenstand bereits berührt.

Phosphorsaurer Baryt.

Wird in eine Auflösung von Chlorbaryum phosphorsaures Natron getröpfelt, so dafs ersteres im Ueberschufs bleibt, so ist der Niederschlag nach Berzelius *zweibasisch*, d. h. er enthält 2 Atome $\dot{\mathrm{Ba}}$ gegen 1 Atom $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}$ [1]). Umgekehrt entsteht nach Demselben ein basisches Salz, indem die Flüssigkeit sauer wird. Die Zusammensetzung des letzteren wird nicht besonders angegeben [2]).

Chodnew hingegen behauptet, beide Bereitungsweisen führten zu dem nämlichen Resultat, der Niederschlag sei stets zweibasisch, und enthalte 1 Atom Wasser, welches bei 300° C. noch nicht entweiche, so dafs er als $(\dot{\mathrm{Ba}}^2, \dot{\mathrm{H}})\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{P}}$ betrachtet werden müsse. Er giebt ferner an, dieses Salz bilde mikroskopische Krystalle, deren Form verschieden sei, je nachdem es bei gewöhnlicher Temperatur oder in der Siedhitze gefällt wurde [3]).

Berzelius bemerkt hierzu, dafs es wohl darauf ankomme, wie lange man die Fällung fortsetzt, denn wenn man das Chlorbaryum als Fällungsmittel benutzt, es aber allmälig bis zum Ueberschufs hinzufügt, so könne das Resultat wohl dasselbe werden, als wenn man umgekehrt verfahre [4]).

Meine

1) Die Ausdrücke zwei- und dreibasisch mögen der Kürze wegen hier immer Salze mit 2 oder 3 Atomen Metalloxyd bezeichnen.

2) Lehrbuch, dritte Auflage. IV, 243.

3) Journal für prakt. Chemie. Bd. 29, S. 201.

4) Jahresbericht 24, S. 201.

Diefs nähert sich der Formel:

$$\dot{M}g^4 \ddot{C}^3 + 4 \dot{H},$$

nach welcher das Sauerstoffverhältnifs seyn sollte:

26,39 : 17,59 : 17,59.

Es scheint also, dafs das Wasser in den Magnesia-Carbonaten von dieser Zusammensetzung entweder gar nicht als basischer Bestandtheil auftritt, oder doch nur in geringer Menge; letzteres dürfte vielleicht in einigen der zuletzt angeführten jener zehn Salze der Fall seyn. So z. B. ist in dem Salze No. 9 das Sauerstoffverhältnifs:

26,33 : 16,29 : 19,30,

während es seyn sollte:

26,33 : 17,56 : 17,56.

Möglicherweise sind daher in dieser Verbindung 1,27 $\dot{M}g$ (nämlich 17,56÷16,29) durch 1,74 $\dot{H}$ (nämlich 19,30÷17,56) ersetzt, was genau in dem erforderlichen Verhältnisse steht. — Fragt man, woher es komme, dafs in der vierfach gewässserten Dreiviertel-kohlensauren Talkerde wenig oder gar keine Talkerde durch basisches Wasser ersetzt ist, so kann die Antwort sich auf folgende zwei Umstände stützen: 1) wurden die angeführten zehn Salze sämmtlich bei *Siedhitze* dargestellt, und 2) mufs es (aus Gründen, wie sie, in Bezug auf ähnliche Verhältnisse zwischen Aspasiolith und Serpentin, in meiner vorhergehenden Abhandlung angegeben wurden) offenbar schwerer seyn, dafs sich das Wasser in ein *Dreiviertel*-Carbonat als in ein *Halb*-Carbonat Eingang verschafft und einen Theil der Talkerde daraus verdrängt.

Aufser den im Ganzen angeführten siebzehn wasserhaltigen Magnesia-Carbonaten, welche sich in die zwei gedachten Gruppen bringen lassen, sind noch fünf andere analysirt worden, von denen jedoch das eine hier nicht in Betracht kommen kann, da es vor der Zerlegung (durch Dalton) bei 100° C. getrocknet wurde. Die übrigen vier haben folgende Zusammensetzung:

Digitized by Google

tronsalzes auch in das Barytsalz übergeht, so dafs keine Aenderung in der Reaction der Flüssigkeiten erfolgen kann.

IV. Es wurde ganz wie in I. verfahren, die Barytauflösung war aber mit Ammoniak vermischt, ehe das Natronsalz hinzukam. Der Niederschlag wurde, gegen den Luftzutritt geschützt, ausgewaschen.

4,571 Grm. verloren bis 200° 0,031, beim Glühen 0,137. Der Rest gab 5,12 schwefelsauren Baryt = 3,36025 Baryt.

	Versuch.	Atom.	Rechnung.
Wasser	3,00	1	2,90
Baryt	73,51	3	74,07
Phosphorsäure		1	23,03
			100.

Diefs Salz ist also $\dot{Ba}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + \dot{H}$, und besteht im wasserfreien Zustande aus 76,29 $\dot{Ba}$ und 23,71 $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$.

Berzelius digerirte ($\dot{Ba}^2$, $\dot{H}$) $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}$ mit Ammoniak, und fand in dem Producte 72,93 p. C. Baryt gegen 27,07 Phosphorsäure [1]).

Phosphorsaures Manganoxydul.

Versuche über die Zusammensetzung dieses Salzes scheinen zu fehlen.

I. In eine Auflösung von schwefelsaurem Manganoxydul wurde so viel phosphorsaures Natron getröpfelt, dafs auf 6 Atome von jenem weniger als 1 Atom von letzterem kam.

II. Derselbe Versuch wurde mit der Abänderung wiederholt, dafs die Flüssigkeiten kochendheifs vermischt wurden. Das manganreiche Filtrat war sauer.

III. In phosphorsaures Natron wurde schwefelsaures Manganoxydul getröpfelt, etwa 4 Atome von jenem gegen 3 Atome von diesem.

Die Niederschläge hatten äufserlich fast dasselbe An-

1) Ann. Chim. Phys. T. XXI. p. 114.

sehen, der heifs gefällte war minder krystallinisch als die übrigen.

I. 1,702 verloren beim Glühen 0,286 Wasser. Der Rest wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, mit Ammoniak und Ammoniumsulfhydrat gefällt, das Schwefelmangan wieder in Säure aufgelöst und mit kohlensaurem Natron abgeschieden, gab 0,945 geglühtes Oxydoxydul = 0,87889 Oxydul.

II. 1,649 verloren bei 250° 0,069, beim Glühen 0,357, und lieferten 0,9 Oxydoxydul = 0,8374 Oxydul.

III. *a*) 2,799 verloren bei 230° 0,096, beim Glühen 0,427. Der Rest, mit kohlensaurem Natron geschmolzen, gab 1,571 Oxydoxydul = 1,4617 Oxydul.

b) 0,959 desselben Präparats verloren bei 200° 3,86 p. C., beim Glühen 15,01 p. C. Wasser.

In 100 folglich:

	I.	II.	III. *a*	III. *b*
Wasser	16,80	15,59	15,25	15,01
Manganoxydul	51,63	50,78	52,20	—

Diefs giebt $\dot{Mn}^3 \dddot{P} + 4 \dot{H}$, wonach das Salz enthalten müfste:

Wasser	16,79
Manganoxydul	49,92
Phosphorsäure	33,29
	100.

Der Mehrgehalt an Basis nach den Analysen liegt in einem geringen Rückhalt an Phosphorsäure, welche, wie ich mehrfach bemerkte, durch einmaliges Glühen des Salzes mit kohlensaurem Natron nicht vollständig abgeschieden wird.

Wenn das Salz bei 200—250° nach II. 4,19, nach III. *a* 3,43 und nach III. *b* 3,86 p. C. Wasser verliert, so entspricht diefs 1 Atom desselben.

Das zweibasische Salz hatte sich also in keinem Fall gebildet.

Phosphorsaures Nickeloxyd.

Auch über die Zusammensetzung dieses Salzes fehlt es

an Versuchen. Gewöhnlich betrachtet man das durch doppelte Zersetzung erhaltene als zweibasisch.

I. In einen grofsen Ueberschufs von schwefelsaurem Nickeloxyd wurde Natronsalz getröpfelt.

II. Das Filtrat von I. wurde von Neuem mit dem Natronsalz vermischt, so dafs aber noch Nickel aufgelöst blieb.

III. In überschüssiges phosphorsaures Natron wurde Nickelsalz getröpfelt, so dafs das Filtrat farblos und frei von Nickel blieb.

IV. Der Versuch wurde wiederholt, und bei gröfserer Menge des Natronsalzes noch weniges Nickelsalz angewandt.

Die Analyse geschah durch Schmelzen des lufttrocknen und dann geglühten Salzes mit kohlensaurem Natron und Auslaugen mit Wasser.

I. 1,268 verloren beim Glühen 0,324, und gaben 0,564 Oxyd.

II. 1,08 verloren 0,283, und gaben 0,475 Oxyd.

III. 1,159 verloren 0,329, und gaben 0,514 Oxyd.

IV. 1,245 verloren 0,323, und gaben 0,563 Oxyd.

Oder in 100 Theilen:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	25,55	26,20	28,39	25,94
Nickeloxyd	44,95	44,00	44,35	45,22

Diefs führt zu der Formel $\dot{Ni}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 7\dot{H}$, welche verlangt:

Wasser	25,50
Nickeloxyd	45,62
Phosphorsäure	28,88
	100.

Das wasserfreie Salz ist nach dem Glühen schwach gesintert und von gelber Farbe.

Also auch beim Nickel hatte sich niemals das zweibasische Salz gebildet.

Phosphorsaures Kupferoxyd.

Dafs beim Kupfer sich sowohl das zwei- wie das dreibasische Salz durch phosphorsaures Natron darstellen lasse, ergiebt sich aus den Versuchen von Mitscherlich und

H. Rose. Der Erstere fand, dafs ein Kupfersalz, mit zweibasischem phosphorsauren Natron oder dem entsprechenden Ammoniaksalze vermischt, $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot}{P}$ liefert, während die Flüssigkeit sauer wird. H. Rose hingegen stellte ein Phosphorkupfer, $Cu^2 P$, durch Reduction von einem Phos-phat dar, welches aus schwefelsaurem Kupferoxyd und phosphorsaurem Natron bereitet war, und also $\dot{Cu}^2$, $\overset{\cdot\cdot\cdot}{P}$ gewesen seyn mufs.

I. Zu einer grofsen Menge schwefelsaurer Kupferauflösung wurde eine bei weitem unzureichende Menge phosphorsauren Natrons tropfenweise hinzugesetzt. Das Filtrat war stark sauer, und zeigte einen bedeutenden Gehalt an Phosphorsäure, nachdem aus einer Probe das Kupfer durch Schwefelwasserstoff abgeschieden war.

II. Zu dem Filtrat von I. wurde von Neuem phosphorsaures Natron gesetzt, so dafs aber die Flüssigkeit noch immer einen Ueberschufs an Kupfer behielt.

III. In eine heifse Auflösung von phosphorsaurem Natron wurde Kupferauflösung getröpfelt, so dafs auf 2 Atome von jenem etwa 3 Atome von letzterem kamen. Das Filtrat war farblos, reagirte stark sauer, enthielt Phosphorsäure, fällte aber Kupfersalze nicht.

Die Analyse geschah wie beim Nickelsalze.

I. 0,809 des lufttrocknen Salzes verloren beim Glühen 0,091. Der Rest gab 0,445 Kupferoxyd. Oder in 100 Theilen:

Wasser	11,24
Kupferoxyd	55,01.

Diefs führt zu der Formel $\dot{Cu}^3\overset{\cdot\cdot\cdot}{P} + 3\dot{H}$, welche giebt:

Wasser	12,42
Kupferoxyd	54,74
Phosphorsäure	32,84
	100.

II. 0,991 verloren beim Glühen 0,104, und gaben 0,53 Oxyd; d. h. in 100 Theilen:

Wasser	10,49
Kupferoxyd	53,46,

was der Formel $\dot{\mathrm{Cu}}^8 \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}}{}^3 + 7\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, oder $(2\dot{\mathrm{Cu}}^3 \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}} + \dot{\mathrm{Cu}}^2 \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}})$ $+ 7\dot{\bar{\mathrm{H}}}$ entspricht, welche verlangt:

Wasser	9,60
Kupferoxyd	53,37
Phosphorsäure	36,03
	100.

Es ist diefs Verhalten also analog dem der Kalksalze, bei denen eine ähnliche Verbindung existirt.

Wenn man das Salz I. darzustellen versucht, so erhält man leicht diese Verbindung. Denn Proben der Art gaben im geglühten Zustande 56,45 und 57,07 p. C. Basis, während die Formel von II. 59,7 p. C. derselben liefert.

III. 2,232 verloren beim Glühen 0,155, und gaben 1,005 Oxyd. Oder in 100 Theilen:

Wasser	6,95
Kupferoxyd	45,02.

Die Formel $\dot{\mathrm{Cu}}^5 \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}}{}^3 + 3\dot{\bar{\mathrm{H}}}, = (2\dot{\mathrm{Cu}}^2 \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}} + \dot{\mathrm{Cu}} \overset{\therefore\cdot}{\bar{\mathrm{P}}}) + 3\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, verlangt:

Wasser	6,14
Kupferoxyd	45,12
Phosphorsäure	48,74
	100.

Im wasserfreien Zustande besteht diefs Salz aus:

	Versuch.	Rechnung.
Kupferoxyd	48,2	48,08
Phosphorsäure		51,92.

Es ist auffallend, dafs diese Verbindung noch weniger als zweibasisch ist.

Diese Phosphate sind übrigens selbst in Essigsäure auflöslich, von Kali werden sie beim Erhitzen, jedoch niemals ganz vollständig, zersetzt.

Phosphorsaures Chromoxyd.

Setzt man zu einer Auflösung von Chromkalialaun tropfenweise etwas phosphorsaures Natron, so entsteht ein

Digitized by Google

voluminöser Niederschlag, der beim Stehen eine dunkel violette Farbe und deutlich krystallinische Beschaffenheit annimmt. (I.)

Wird zu dem noch viel Chrom enthaltenden Filtrat von Neuem Natronsalz gesetzt, so erzeugt sich ein ähnlicher, jedoch hellerer und weniger grobkrystallinischer Niederschlag. (II.)

Die Analyse des phosphorsauren Chromoxyds hat einige Schwierigkeiten. Die Verbindung wurde nach dem Glühen mit kohlensaurem Natron geschmolzen und mit Wasser ausgelaugt, wobei der gröfste Theil des Chromoxyds zurückbleibt; die Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure sauer gemacht, dann mit Ammoniak und Chlorcalcium zur Abscheidung der Phosphorsäure behandelt. Das Filtrat endlich gab nach der Reduction durch Chlorwasserstoffsäure und Alkohol und Fällung mittelst Ammoniak den Rest des Chromoxyds.

I. 0,968 verloren bei 150° 0,264, und nahmen eine schöne grüne Farbe an; beim Glühen betrug der Verlust 0,41, und das entwässerte Salz war schwarz, zu Pulver zerrieben schwarzbraun. Sie gaben 0,301 Chromoxyd. Die Phosphorsäure wurde nicht bestimmt.

II. 1,813 verloren beim Glühen 0,775. Sie lieferten 0,966 $Ca^3 \dddot{\dot{P}}$ = 0,503 Phosphorsäure. Das Chromoxyd wurde nicht genau bestimmt.

	I.	II.
Wasser	42,35	42,75
Chromoxyd	31,16	—
Phosphorsäure	—	27,74.

Demnach waren beide Niederschläge = $\dddot{Cr}\dddot{\dot{P}} + 12\dot{H}$, enthaltend:

Wasser	42,19
Chromoxyd	29,91
Phosphorsäure	27,90
	100.

Das Filtrat von II., von Neuem mit phosphorsaurem Natron gefällt, gab ein Salz von ähnlichem Aussehen.

(III.) Endlich wurde die Flüssigkeit, welche ziemlich sauer geworden war, noch mit Ammoniak neutralisirt, wodurch ein Niederschlag (IV.) erhalten wurde.

Die Analyse von III., und die Wasserbestimmung in IV. gaben für 100 Theile:

	III.	IV.
Wasser	38,31	37,49
Chromoxyd	32,25	

Beide Proben gehören folglich einem Salze an, welches 2 Atome Wasser weniger enthält als das erste; denn $\overset{\cdots}{\bar{\mathrm{Cr}}}\overset{\therefore\cdot}{\mathrm{P}}+10\dot{\bar{\mathrm{H}}}$ erfordert:

Wasser	37,83
Chromoxyd	32,17
Phosphorsäure	30,00
	100.

Setzt man zu einer Auflösung von phosphorsaurem Natron tropfenweise etwas Chromalaun, so entsteht ein grüner flockiger Niederschlag, von dem ein Theil leicht durchs Filtrum geht und das Filtrat trübt, welches erst nach längerem Stehen farblos erscheint. Jene Fällung ist $\overset{\cdots}{\bar{\mathrm{Cr}}}\overset{\therefore\cdot}{\mathrm{P}}+6\dot{\bar{\mathrm{H}}}$; denn 1,057 gaben 0,298 Wasser, 0,405 Chromoxyd, und 0,3677 Phosphorsäure, oder für 100 Theile:

	Versuch.	Rechnung.
Wasser	28,20	26,74
Chromoxyd	38,31	37,91
Phosphorsäure	34,80	35,35
	101,31	100.

Das Atomgewicht des Chroms ist immer = 328,39 genommen.

Digitized by Google

VI. *Ueber die quantitative Bestimmung des Harnstoffs in krankhaft verändertem Harn, nebst einigen nachträglichen Bemerkungen über seine Bestimmung im normalen Harn;*
von W. Heintz.

Nachdem mein Aufsatz »über die quantitative Bestimmung des Harnstoffs,« welcher sich in Poggendorff's Annalen, Band 66, S. 114, findet, gedruckt worden war, fand ich zufällig in meinem Journal die Resultate eines Versuchs notirt, welche ich bei Ausarbeitung jenes Aufsatzes übersehen hatte, und der gegen die Schlüsse, welche ich aus diesen Versuchen zu ziehen mich für berechtigt hielt, zu zeugen schien. Ich habe nämlich an dem angeführten Orte Versuche beschrieben, bei welchen Harn mit Schwefelsäure erhitzt wurde, um den darin enthaltenen Harnstoff vollständig in Kohlensäure und Ammoniak zu zerlegen, und zwar in einem Apparate, der geeignet war, sowohl das dadurch erzeugte Ammoniak zu bestimmen, als die entwickelte Kohlensäure frei von allen sie etwa verunreinigenden Stoffen aufzufangen. Ich zeigte, dafs in neun Fällen die Menge der beiden so gewonnenen Stoffe im Verhältnifs ihrer Atomgewichte stand, nur in einem einzigen Falle war die Menge der Kohlensäure zu grofs ausgefallen. Ich schrieb diefs einem nicht bemerkten Fehler des Versuches zu. Jetzt aber fand ich einen zweiten solchen Fall in meinem Journal notirt, der mir beim Niederschreiben meines Aufsatzes entgangen war. Diefs machte mich von Neuem zweifelhaft, ob die Schlüsse, die ich aus jenem Uebereinstimmen der Menge Kohlensäure und Ammoniak, welche in den erwähnten neun Versuchen erhalten waren, ziehen zu dürfen glaubte, nicht doch noch zu gewagt seien, die nämlich, dafs nur in dem einzigen Falle einer der anderen im Harn enthaltenen Stoffe auch bei Einwirkung von Schwefelsäure Ammoniak

bilden könne, wenn er zugleich so viel Kohlensäure bildet, daſs beide im Verhältniſs ihrer Atomgewichte stehen.

Der oben erwähnte Versuch hatte folgende Resultate ergeben:

7,1875 Grm. Harn gaben mit Schwefelsäure bei 190° C. erhitzt, und in der Art, wie es in meinem frühern Aufsatze [1]) beschrieben ist, weiter behandelt, 0,0916 Grm. Kohlensäure und 0,4093 Grm. oder 56,95 p. m. Platin. 22,408 Grm. Harn unmittelbar mit Platinchlorid, absolutem Alkohol und Aether gefällt, gaben 0,1558 Grm. oder 6,95 p. m. Platin. Die Menge Platin, welche dem in 1000 Theilen enthaltenen Harnstoff entspricht, betrug also 50,00 p. m. Hieraus findet man 15,24 p. m. Harnstoff. Aus der obigen Menge Kohlensäure berechnet man dagegen 17,15 p. m. Harnstoff.

Diese Differenz von mehr als 2 p. m. war es, welche die Befürchtung in mir rege machte, es möchte noch ein Fehler diesen Versuchsmethoden anhaften, welcher die Resultate sämmtlicher Versuche unsicher machte.

Da der Fehler in den beiden, nicht mit der Theorie übereinstimmenden Versuchen nach der Richtung eines Kohlensäureüberschusses lag, so vermuthete ich, es möchte die Ursache dieser Differenzen in einem zufällig nicht bemerkten gröſseren Kohlensäuregehalt, des untersuchten Harns gelegen haben. In der That fand ich bei sorgfältigen Versuchen, daſs frischer Morgenharn zuweilen, wenn er mit Schwefelsäurehydrat versetzt und etwas erhitzt wurde, eine geringe Entwickelung von Gasblasen bemerken lieſs, in anderen Fällen aber nicht, oder nur in auſserordentlich geringem Grade. Da hierdurch meine Vermuthung bestätigt zu werden schien, so wiederholte ich jenen meinen Versuch noch zwei Mal, doch so, daſs ehe die Röhren, welche die Salzsäure und schweflichte Säure aufnehmen sollten, an die Retorte angelegt wurden, der Harn in derselben in einem Strome von atmosphärischer Luft aufgekocht wurde. So erhielt ich in zwei Versuchen folgende Zahlen:

1) Poggendorff's Annal. Bd. 66, S. 149.

7,419 Grm. Morgenharn gaben 0,121 Grm. Kohlensäure, und 0,604 Grm. oder 81,41 p. m. Platin. 21,9805 Grm. desselben Harns gaben, frisch gefällt, 0,1562 Grm. Platin oder 7,11 p. m. Das dem Harnstoff entsprechende Platin betrug also 81,41 — 7,11 p. m. = 74,30 p. m., d. h. es waren 22,60 p. m. Harnstoff in dem angewendeten Harn enthalten. Der oben gefundenen Menge Kohlensäure entsprechen 22,24 p. m. Harnstoff.

In einem zweiten Versuch gaben 6,3575 Grm. eines anderen Morgenharns 0,0598 Grm. Kohlensäure, und 0,3087 Grm. oder 48,56 p. m. Platin. 12,9225 Grm. desselben Harns lieferten, frisch gefällt, 0,0785 Grm. Platin oder 6,08 p. m. Dem Harnstoff entsprechend wurden also gefunden 42,48 p. m. Platin, und diefs entspricht 12,92 p. m. Harnstoff. Aus der oben gefundenen Menge Kohlensäure würde man 12,83 p. m. Harnstoff berechnen.

	I.	II.
Aus der Kohlensäure berechnete Menge des Harnstoffs	22,24	12,92
Aus dem Platin berechnete Menge des Harnstoffs	22,60	12,83.

Die Uebereinstimmung dieser Resultate mit der Theorie ist so vollkommen, dafs ich nicht zweifle, dafs die Abweichungen, welche bei zwei Versuchen sich ergeben hatten, nur durch jenen nicht bemerkten Kohlensäuregehalt des Harns zu erklären sind.

Noch ein anderer Zweifel der Güte, der von mir empfohlenen Methode der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs, ist mir durch die Arbeit von Scherer, über die Extractivstoffe des Harns [1]) aufgestofsen. Derselbe hat nämlich untersucht, wie sich der, durch basisch essigsaures Bleioxyd aus dem Harn fällbare Stoff, gegen Schwefelsäure in der Wärme verhält. Er fand, dafs 100 Theile desselben eine 3,91 p. C. Stickstoff entsprechende Menge Ammoniak lieferten, was bei Anwesenheit von 100 Theilen dieses Extractivstoffs, einen Fehler von 8,38 Theilen in der

1) *Annales de Chemie et de Pharmacie, Vol.* 57, *p.* 193.

Digitized by Google

Harnstoffbestimmung ausmachen würde. Allein es kommt hier nicht darauf an zu bestimmen, wie viel des Stickstoffs aus 100 Theilen dieses Extractivstoffs durch concentrirte Schwefelsäure in Ammoniak umgewandelt wird, sondern darauf, ob die Menge des *im Harn enthaltenen Extractivstoffs, im Verhältnifs zu der darin enthaltenen Menge Harnstoff*, so grofs ist, dafs das daraus beim Erhitzen mit Schwefelsäure erhaltene Ammoniak einen wesentlichen Fehler in die Bestimmung des Harnstoffs, nach meiner Methode, bringen kann.

Um diefs zu untersuchen hatte ich schon früher einige Versuche angestellt, die ich auch in meinem früheren Aufsatze, Seite 140 und folgende, angegeben habe. Ich fand, dafs der Extractivstoff, welcher aus 1000 Theilen Harn durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt wurde, und aus dieser Verbindung durch Schwefelwasserstoff wieder abgeschieden werden konnte, bei jener Behandlung so viel Platin lieferte, dafs dadurch ein Fehler von 0,18; 0,16; 0,11; 0,15 p. m. in der Harnstoffbestimmung erzeugt wäre. Dieser Fehler ist sehr unbedeutend. Obgleich er aber der Güte der Methode, den Harnstoff zu bestimmen, keinen Eintrag thun kann, so glaubte ich doch aufserdem diese Ammoniakerzeugung, wenigstens zum Theil, einem Gehalt des Extractes an Harnsäure zuschreiben zu dürfen, welche mittelst basisch essigsauren Bleioxyds vollständig gefällt werde, und, wenn der Niederschlag in Wasser vertheilt, durch Schwefelwasserstoff zersetzt wird, in Wasser, wenn auch nur in sehr geringer Menge, sich auflösen mufste.

Aehnlich mufste in Scherer's Versuchen die Harnsäure zum Theil in den Bleiniederschlag eingehen, da durch salpetersauren Baryt, wodurch sie Scherer abzuscheiden gesucht hat, bei Weitem nicht alle Harnsäure aus dem Harn gefällt wird, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man eine Auflösung von harnsaurem Kali mit überschüssigem salpetersauren Baryt fällt und mehrere Tage stehen läfst; die abfiltrirte durch Kochen von aller Kohlensäure befreite Flüssigkeit giebt, mit basisch essigsaurem Bleioxyd,

Digitized by Google

selbst in der Wärme einen ziemlich starken, weifsen Niederschlag. Allein der von Scherer untersuchte Extractivstoff mufs dennoch von Harnsäure ziemlich frei gewesen seyn, da er ihn aus dem Bleisalz mittelst Salzsäure und Alkohol dargestellt hat, und die Harnsäure bekanntlich in Alkohol ganz unlöslich, oder doch so schwer löslich ist, dafs sie unmöglich zu der von Scherer angegebenen Ammoniakbildung bei Behandlung jenes Extractivstoffs mit concentrirter Schwefelsäure wesentlich mitwirken konnte. Es ist daher durch Scherer's Versuche erwiesen, dafs in der That aus dem Extractivstoff des Harns durch die Einwirkung der Schwefelsäure etwas Ammoniak gebildet wird. Meine oben angegebenen Versuche scheinen jedoch darzuthun, dafs der Einflufs dieser Ammoniakbildung bei Harnuntersuchungen kleiner ist, als die Fehler, denen jeder analytische Versuch ausgesetzt ist. Allein da ich den von mir, der Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure ausgesetzten Extractivstoff des Harns, mittelst Schwefelwasserstoff aus der Bleioxydverbindung dargestellt hatte, und Scherer [1]) angiebt, dafs bei dieser Fällung aus dem Chlorblei, welches in dem Niederschlag freilich vorhanden seyn kann, Chlorwasserstoffsäure frei würde, und dafs der Extractivstoff in Verbindung mit Säure in Wasser schwerlöslich sey, so mufste ich versuchen, ob der Bleiniederschlag selbst, oder der nach Scherer's Methode dargestellte Extractivstoff, im Verhältnifs zur angewendeten Menge Harn etwa mehr Ammoniak lieferte, als ich aus dem durch Schwefelwasserstoff dargestellten früher erhalten hatte.

Ich machte daher folgende Versuche: 100 Grm. Morgenharn wurden mit basisch essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag ausgewaschen und sogleich mit Schwefelsäurehydrat auf die bekannte Weise mit dem Filtrum erhitzt. Die so erhaltene Flüssigkeit wurde mit einer Mischung von gleichen Theilen Wasser und Alkohol verdünnt, um das schwefelsaure Bleioxyd möglichst vollständig zu fällen, die filtrirte Flüssigkeit abgedampft und das darin

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 57, S. 183.

Digitized by Google

erhaltene Ammoniak auf die gewöhnliche Weise bestimmt. Ich erhielt so in einem Falle 0,0585, in einem anderen 0,0528 Grm. Platin, was 0,18 p. m. und 0,16 p. m. Harnstoff entsprechen würde. Da aber alle Harnsäure des Harns in diesem Niederschlag enthalten seyn mufste, so ist der Fehler, der auf Rechnung des Extractivstoffs kommen würde, noch geringer als 0,18 p. m. Bei einem dritten Versuche wurde der aus 100 Grm. Morgenharn erhaltene Niederschlag nach Scherer's Methode mit Salzsäure und Alkohol zersetzt und die filtrirte Flüssigkeit abgedampft. Der so erhaltene Extractivstoff wurde auf dieselbe Weise mit Schwefelsäure, Platinchlorid etc. behandelt. So erhielt ich 0,050 Grm. Platin, was 0,15 p. m. Harnstoff entspricht.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dafs der durch basisch essigsaures Bleioxyd fällbare extractähnliche Stoff im Harn die Bestimmung des Harnstoffs auf die von mir angegebene Weise nicht wesentlich unsicher macht, obgleich ich nicht leugnen kann, dafs er eine constante Fehlerquelle in dieselbe einführt, die jedoch zu gering ist, um berücksichtigt werden zu dürfen.

Aufser den in dem Vorigen enthaltenen, durch von Scherer und mir selbst ausgegangene Einwürfe gegen die Genauigkeit der erwähnten Methode der Bestimmung des Harnstoffs im Harn veranlafsten Versuchen, habe ich noch andere angestellt und mich bemüht, zu untersuchen, welchen Einflufs anomale Bestandtheile des Harns auf dieselbe ausüben könnten. Ich habe namentlich zu ermitteln versucht, ob Eiweifs, Blut, Galle, Milch, wenn sie im Harn vorkommen, zu einer Vermehrung des durch Schwefelsäure erzeugten Ammoniaks Anlafs geben, und wie, wo diefs der Fall war, der dadurch bedingte Fehler zu vermeiden seyn möchte. Dafs der diabetische Harn auch nach der fraglichen Methode auf die Quantität des darin enthaltenen Harnstoffs untersucht werden kann, habe ich schon in meinem früheren Aufsatze erwähnt. Ist doch der Stickstofffreie, also auf keine Weise Ammoniakbildung bedingende Zucker, der einzige anomale Stoff dieses Harns.

Eiweifs im Harn.

Da in sehr vielen Krankheiten der Harn Eiweifs enthält, so lag es mir namentlich am Herzen zu untersuchen, ob aus demselben bei Einwirkung von heifser Schwefelsäure so viel Ammoniak gebildet werden möchte, dafs dadurch die Genauigkeit jener Methode der Harnstoffbestimmung beeinträchtigt würde. Zu den Versuchen wendete ich theils Eiereiweifs, theils Blutserum an. Zuerst überzeugte ich mich in beiden Fällen, dafs aus der vom Albumin durch Alkohol befreiten Flüssigkeit Platinchlorid nach einiger Zeit nur einen ganz unbedeutenden Niederschlag hervorbrachte, dafs also nur Spuren von Kali oder Ammoniak in diesen Flüssigkeiten enthalten waren. Darauf erhitzte ich eine Quantität des Eiweifs oder Blutserums mit Schwefelsäure auf die oft erwähnte Weise, und erhielt nun in der verdünnten, filtrirten und wieder abgedampften Flüssigkeit einen so starken Niederschlag mit Platinchlorid, dafs ich es für überflüssig hielt, denselben noch erst abzufiltriren und zu wägen. Es war zu augenscheinlich, dafs durch Einwirkung der Schwefelsäure aus dem Eiweifs Ammoniak erzeugt worden war.

Somit wäre diese Methode den Harnstoff seiner Menge nach zu bestimmen, bei Anwesenheit von Eiweifs nicht anwendbar, wenn es nicht gelänge, dieses aus der Flüssigkeit leicht abzuscheiden. Ich versuchte diefs auf verschiedene Weise.

Durch Kochen wird bekanntlich das Eiweifs in vielen Fällen aus seinen Auflösungen nur unvollkommen gefällt, namentlich wenn dieselbe alkalisch ist; aber auch wenn sie sauer ist, wird zuweilen nicht alles Eiweifs niedergeschlagen.

Salpetersäure durfte nicht zur Abscheidung des Albumins angewendet werden, weil beim Abdampfen der Salpetersäure enthaltenden Flüssigkeit mit Schwefelsäure leicht etwas salpetrige Säure entstehen könnte, welche bekanntlich den Harnstoff so zersetzt, dafs der Stickstoff desselben zum Theil als Gas fortgeht.

Ich versuchte darauf Alkohol zur Abscheidung des Eiweifs

Digitized by Google

anzuwenden, allein ich fand bald, dafs in vielen Fällen noch bedeutende Mengen desselben aufgelöst blieben. Diefs schien jedoch verhütet zu werden, wenn ich vor dem Zusatz des Alkohols die Flüssigkeit mit etwas Schwefelsäure versetzte.

Ich erhielt aus 7,5712 Grm. Blutserum, wenn es nach Abscheidung des Eiweifs durch Schwefelsäure und Alkohol mit concentrirter Schwefelsäure eingedampft, bis 190° erhitzt wurde, durch Platinchlorid einen Niederschlag, welcher nach dem Glühen und Auswaschen der geglühten Masse mit Salzsäure 0,0533 Grm. Platin zurückliefs. 6,3456 Grm. desselben Serums, welche ebenso behandelt, jedoch nicht mit concentrirter Schwefelsäure bis 190° erhitzt worden waren, lieferten nur 0,0055 Grm. Platin. Es war also noch etwas, wenn auch nur wenig Ammoniak durch Einwirkung der Schwefelsäure gebildet worden. In einem anderen Falle erhielt ich aus 7,1935 Grm. Blutserum, das nicht mit Schwefelsäure erhitzt worden war, 0,0007 Grm. Platin. 5,7017 Grm. desselben mit Schwefelsäure erhitzten Serums lieferten dagegen 0,0232 Grm. Platin.

Beide Versuche gaben ein sehr ähnliches Resultat, allein man sieht aus demselben, dafs diese Methode, das Eiweifs abzuscheiden, den Fehler bei der Harnstoffbestimmung zu grofs machen würde. Allein sie ist nicht allein deshalb ungenügend, sondern es giebt noch andere Umstände, welche sie sehr unbequem und auch wohl unsicher machen.

Es ist nämlich sehr schwierig, das durch Alkohol gefällte Eiweifs mit Alkohol auszuwaschen. Es läuft die Flüssigkeit nicht nur sehr langsam durch, sondern es läfst sich der Niederschlag entweder nur sehr schwierig oder vielleicht gar nicht vom Harnstoff befreien. Marchand [1]) hat schon vor längerer Zeit nachgewiesen, wie schwer es ist, den Harnstoff aus dem coagulirten Eiweifs auszuziehen, und dafs es unmöglich ist, ihn gänzlich daraus zu entfernen. Diefs bestimmte mich, jene Methode, das Albumin ab-

1) Journal für practische Chemie, Bd. 11, S. 451.

abzuscheiden, aufzugeben und ich bemühte mich, eine andere aufzufinden, welche die angegebenen Uebelstände nicht hätte.

Nach einigen vergeblichen Versuchen kam ich auf den Gedanken, Quecksilberchlorid als Scheidungsmittel anzuwenden.

Der Niederschlag, welcher durch Quecksilberchlorid in Eiweifslösungen entsteht, ist sehr voluminös, in concentrirten Lösungen gallertartig. Erhitzt man aber die Mischung, so ballt der Niederschlag zusammen, wird compacter und eine fast ganz klare Flüssigkeit sammelt sich über dem Niederschlage. Diese läfst sich leicht filtriren und der Niederschlag, namentlich wenn er, ehe man ihn auf das Filtrum bringt, in der Schale etwas zerkleinert wird, leicht auswaschen. Es mufs jedoch das überschüssig zugesetzte Quecksilberchlorid aus der Flüssigkeit entfernt werden. Ich glaubte diefs anfänglich dadurch bewirken zu können, dafs ich in die mit Quecksilberchlorid kochend gefällte Flüssigkeit vor dem Filtriren Schwefelwasserstoff leitete und nun erst filtrirte und auswusch. Hier entstand aber der Uebelstand, dafs immer etwas Schwefelquecksilber mit durch das Filtrum ging, wodurch die abfiltrirte Flüssigkeit geschwärzt wurde. Es folgt aus dieser Erscheinung schon mit Gewifsheit, dafs etwas vom coagulirten Eiweifs sich in der Flüssigkeit wieder aufgelöst hatte, da sie nicht eintritt, wenn der zuerst entstandene Niederschlag abfiltrirt und die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff versetzt wird. Aufserdem läfst sich der Niederschlag sehr schwer, und nur nach sehr langer Zeit auswaschen.

Trotz aller dieser Schwierigkeiten habe ich dennoch zwei Versuche auf diese Weise beendigt, und habe gefunden, dafs, wenn das Eiweifs nach der angegebenen Methode abgeschieden wird, die Resultate schon viel genauer ausfallen, als in den Fällen, wo es durch Alkohol und Schwefelsäure niedergeschlagen war.

Aus 7,182 Grm. Blutserum erhielt ich, wenn es nach Abscheidung des Eiweifs mit Schwefelsäure eingedampft, der

Rückstand mit Platinchlorid gefällt, der Niederschlag geglüht und mit Salzsäure ausgewaschen wurde, 0,015 Grm. Platin, aus 1000 Theilen also 2,09 Theile Platin. 6,592 Grm. desselben Serums, welche nicht mit concentrirter Schwefelsäure abgedampft wurden, gaben dagegen 0,002 Grm. oder in 1000 Theilen 0,30 Theile Platin. Die Differenz beträgt 1,79 p. m., und die daraus berechnete Menge Harnstoff würde seyn 0,54 p. m.

Bei einem zweiten Versuche mit einem anderen Blutserum erhielt ich aus 6,340 Grm., nach der Behandlung mit Schwefelsäure 0,0205 Grm. Platin und aus 6,501 Grm., die nicht mit Schwefelsäure eingedampft waren, 0,0045 Grm. Platin. Diefs beträgt auf 1000 Theile 3,23 und 0,69 Theile Platin. Die Differenz ist 2,54 und diefs würde auf Harnstoff berechnet einen Fehler von 0,77 p. m. hervorbringen.

Dieser Fehler schien mir noch viel zu bedeutend, namentlich, da mir jenes Durchlaufen des Schwefelquecksilbers durch das Filtrum bewiesen hatte, dafs in der abfiltrirten Flüssigkeit wieder etwas Eiweifs aufgelöst enthalten seyn mufste, wodurch jene vermehrte Ammoniakbildung veranlafst worden war. Man kann daher nicht sagen, dafs der Fehler im Verhältnifs steht zu der Menge Serum, welche im Harn in den besonderen Fällen enthalten angenommen werden mufs, sondern es hängt lediglich von der zufälligen Menge des bei der Behandlung mit Schwefelwasserstoff aus dem Quecksilberniederschlag wieder aufgelösten Eiweifs ab, wie hoch sich der Fehler in den einzelnen Fällen belaufen müsse. Es ist sogar von vorn herein zu vermuthen, dafs die Gröfse des Fehlers in geringerem Grade abnimmt, als die Menge des vorhandenen Eiweifs, wenn man Flüssigkeiten mit verschiedenem Eiweifsgehalt auf die angegebene Weise untersucht.

Ich versuchte daher, ob vielleicht bessere Resultate erzielt werden würden, wenn der durch Kochen mit Quecksilberchloridlösung erhaltene Niederschlag zuerst abfiltrirt und dann aus dem Filtrat das überschüssig hinzugesetzte Quecksilberchlorid durch Schwefelwasserstoff gefällt würde.

Digitized by Google

Das Filtriren und Auswaschen ging hier aufserordentlich leicht und schnell von Statten.

Aus 5,778 Grm. so behandelten Blutserums erhielt ich, wenn es mit Schwefelsäure in der Hitze abgedampft worden war, 0,0017 Grm. Platin. Aus 7,5467 Grm. auf die angegebene Weise aber nicht mit Schwefelsäure in der Hitze behandelten Serums erhielt ich dagegen 0,001 Grm. Platin. Diefs beträgt in 1000 Theilen 0,29 und 0,13 Theile. Die Differenz ist 0,16 p. m. Platin, was einen Fehler von 0,05 p. m. Harnstoff bedingen würde.

Aus 9,918 Grm. eines anderen Serums erhielt ich nach der Behandlung mit Quecksilberchlorid, Schwefelwasserstoff, heifser concentrirter Schwefelsäure und nach Zusatz von Platinchlorid einen Niederschlag, der geglüht und mit Salzsäure ausgewaschen 0,0075 Grm. wog. 11,046 Grm. desselben Serums, welche ebenso, nur nicht mit heifser Schwefelsäure, behandelt waren, gaben aber nur 0,0052 Grm. Platin. Diefs beträgt auf 1000 Theile Serum 0,75 und 0,47 Theile Platin. Die Differenz ist 0,28, und die einer solchen Menge Platin entsprechende Quantität Harnstoff ist 0,09 p. m.

Abgesehen davon, dafs diese geringe Menge Platin möglicher Weise dem im Serum enthaltenen Harnstoff seinen Ursprung verdanken konnte, ist dieselbe so unbedeutend, dafs sie keinen wesentlichen Einflufs auf die Bestimmung des Harnstoffs haben kann. Es ist daher die so eben besprochene Methode der Abscheidung des Eiweifses eine vollkommene, und zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs in Eiweifshaltigem Harn durchaus brauchbar.

Zugleich geht aus diesen Versuchen augenscheinlich hervor, dafs die Bestimmung des im untersuchten Serum enthaltenen Harnstoffs nicht 0,09 p. m. überstieg. Das eine untersuchte Serum kann auf 20,000 Theile höchstens einen Theil, das andere auf 11,000 Theile höchstens einen Theil Harnstoff enthalten haben.

Ich kann nicht unterlassen hier die Methode im Zusammenhange nochmals zu beschreiben, durch welche allein

Digitized by Google

unter allen bisher angewendeten die Menge des Harnstoffs in eiweifshaltigem Harn mit einiger Genauigkeit bestimmt werden kann.

Man versetzt eine, mit der in meinem früheren Aufsatz angegebenen Vorsicht abgewogene Menge des eiweifshaltigen Harns mit Quecksilberchlorid, und bringt die Flüssigkeit in einer geräumigen Schale zum Aufkochen. Hiebei kann unmöglich eine wesentliche Menge Harnstoff zersetzt werden, da diefs nur dann in bemerkbarem Grade statt findet, wenn der Harn anhaltend gekocht wird.

Darauf giefst man die klare Flüssigkeit auf ein Filtrum, zerreibt den zusammengeballten Niederschlag etwas, und wäscht ihn mit Wasser aus. Nachdem diefs vollständig erreicht ist, wird durch die filtrirte Flüssigkeit ein langsamer Strom von Schwefelwasserstoffgas geleitet und die Flüssigkeit von dem gebildeten Schwefelquecksilber in das Gefäfs abfiltrirt, in welchem die Behandlung mit Schwefelsäure geschehen soll.

Diese Abscheidung des Quecksilbers kann auch unterbleiben, wenn man sich vor den beim Erhitzen mit Schwefelsäure ohne Zweifel mit entweichenden Dämpfen von Quecksilberchlorid schützt; denn bei dem weiteren Verfolge der Operation ist seine Anwesenheit ohne Nachtheil, da es durch Einwirkung der Schwefelsäure nicht in schwefelsaures Quecksilberoxyd verwandelt wird, also auch in dem bei Fällung mit Platinchlorid hinzugesetzten salzsäurehaltigen Alkohol sich unverändert auflösen mufs.

Man wäscht den durch Schwefelwasserstoff entstandenen Niederschlag aus, und dampft das Filtrat mit Zusatz von Schwefelsäure so weit ab, bis das von Raysky [1]) als Kennzeichen der vollständigen Zersetzung des Harnstoffs angegebene Aufhören des kleinblasigen Aufbrausens und Entwickelung von Schwefelsäuredämpfen statt findet. Die so erhaltene Flüssigkeit wird ebenso weiter behandelt, wie ich es in meinem früheren Aufsatze, bei Beschreibung der Untersuchungsmethode von dem nicht eiweifshaltigen Harne auf seinen Harnstoffgehalt, genau auseinandergesetzt habe.

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 56, S. 33.

Digitized by Google

Eine andere gewogene Portion des Harns wird ebenso, wie die erste, mit Quecksilberchlorid gefällt, filtrirt, der Niederschlag mit Alkohol ausgewaschen und das Filtrat mit Platinchlorid und Aether versetzt. Die aus dem Niederschlage erhaltene Menge Platin entspricht dem im Harn enthaltenen Kali und Ammoniak. Auch in diesem Falle kann nach derselben Methode, die ich in meinem früheren Aufsatz beschrieben habe, aus dem Platinniederschlage die Menge Kali und Ammoniak bestimmt werden, welche im Harn enthalten ist. Zieht man die ganze Menge des so erhaltenen Platins von der Menge ab, welche im ersten Versuch erhalten war, so erhält man diejenige Menge, welche dem Harnstoff im Harn entspricht. Die Quantität desselben kann daraus leicht berechnet werden.

Sämmtliche Blutbestandtheile im Harn.

In Krankheiten kommt es sehr oft vor, dafs der Harn sämmtliche Blutbestandtheile enthält. Es kam mir darauf an, nachzuweisen, dafs auch in diesem Falle, die so eben angegebene Methode der Bestimmung des Harnstoffs brauchbar ist.

Zu dem Ende behandelte ich Blut ebenso, wie ich in den zuletzt angeführten Versuchen Blutserum behandelt hatte.

Aus 5,9845 Grm. von frischem Rinderblut erhielt ich, nachdem es mit Quecksilberchlorid und Schwefelwasserstoff niedergeschlagen, und das Filtrat mit concentrirter Schwefelsäure eingedampft worden war, 0,010 Grm. Platin, d. i. auf 1000 Theilen 1,67 Theile Platin. 5,920 Grm. desselben Blutes gaben, ebenso behandelt aber nicht mit Schwefelsäure eingedampft, 0,0062 Grm. Platin oder 1,05 p. m.

Die Differenz ist 0,62, was auf 1000 Theile des Bluts 0,19 Theile Harnstoff ausmachen würde.

Bei einem zweiten Versuche erhielt ich aus 8,2975 Grm. des Blutes eines an Intermittens und Pneumonie leidenden Individuums bei Mitwirkung der Schwefelsäure 0,031 Grm. oder 3,73 p. m. Platin, ohne Mitwirkung derselben aus 6,448 Grm. Blut, 0,0205 Grm. oder 3,18 p. m. Platin. Die

Digitized by Google

Differenz ist 0,55 was 0,17 p. m. Harnstoff entsprechen würde.

Der Fehler, der aus dieser Methode entstehen könnte, beträgt also noch nicht $\frac{2}{10}$ pro mille. Da aber im Harn gewöhnlich nur ungemein geringe Mengen der Blutbestandtheile enthalten sind, jedenfalls aber immer aufserordentlich viel weniger, als im Blute selbst, so ist es wohl kaum einem Zweifel unterworfen, dafs dieser Fehler bei Harnuntersuchungen weit geringer ausfallen, ja verschwindend klein werden mufs.

Der einzige Einwand, den man machen könnte, wäre der, dafs der Grund dieser geringen Ammoniakbildung in der nicht vollständigen Unlöslichkeit der Quecksilberverbindung eines derjenigen Blutbestandtheile liege, welche in gröfserer Menge im Blut enthalten sind, dann würde freilich, mag wenig oder viel Blut im Harn seyn, stets die Menge des dadurch gebildeten Ammoniaks ziemlich gleich seyn, und also auch der Fehler bei Harnuntersuchungen vielleicht ebenso bedeutend werden, wie bei meiner Untersuchung des Blutes selbst. Allein auch dann würde der Fehler nicht 0,2 p. m. übersteigen, wie aus obigen Versuchen hervorgeht. Ich halte daher diese Bestimmungsmethode des Harnstoffs im bluthaltigen Harn auch in diesem Falle noch für vollkommen ausreichend. Bei der Bestimmung des Kali's und Ammoniak's in bluthaltigem Harn tritt der Umstand ein, dafs, wenn der durch Kochen mit Quecksilberchlorid erhaltene Niederschlag mit Alkohol ausgewaschen wird, dieser sich röthlich färbt, von aufgelöstem Hämatin. Diefs hindert jedoch die Bestimmung des Kali's und Ammoniak's nicht, da beim Zusatz von Aether und Platinchlorid kein anderer Niederschlag entsteht, als Kalium- und Ammoniumplatinchlorid.

Milch im Harn.

Es wird vielfach angegeben, dafs Milch oder ihre Bestandtheile im Harn vorkommen. Obgleich mir ein solcher Harn bis jetzt noch nicht vorgekommen ist, so habe ich

Digitized by Google

dessen ungeachtet versucht, den Einflufs, den die Gegenwart derselben auf die Güte der Harnstoffbestimmung ausübt, zu erforschen.

Zu dem Ende suchte ich mich zuerst davon zu überzeugen (was freilich kaum anders zu erwarten war) dafs die heifse Schwefelsäure aus dem Kaseïn ebenso, wie aus dem Albumin Ammoniak zu erzeugen vermöge. Zu dem Zweck wog ich zwei gleiche Mengen Milch ab, dampfte die eine mit Schwefelsäure ab, u: d fällte mit Platinchlorid, während ich aus der andern mit Quecksilberchlorid und Kochen das Kaseïn abschied, ehe ich sie gleichfalls mit Schwefelsäure behandelte. Im ersteren Falle erhielt ich augenscheinlich einen so viel gröfseren Niederschlag, dafs ich nicht mehr an der Ammoniakbildung aus dem Kaseïn durch Einwirkung der Schwefelsäure zweifeln konnte. Es lag mir daher ob, zu untersuchen, ob das Kaseïn aus der Milch ebenso vollständig abgeschieden werden kann, wie das Albumin aus dem Blutserum. Zu dem Ende behandelte ich 4,7575 Grm. guter Kuhmilch ganz ebenso mit Quecksilberchlorid, Schwefelwasserstoff u. s. w., wie das Eiweifs und das Blut in den angeführten Versuchen behandelt worden waren. Ich erhielt 0,0403 Grm. Platin.

8,057 Grm. derselben, nicht mit Schwefelsäure erhitzten Milch lieferten 0,049 Grm. Platin.

Diefs beträgt im ersten Falle 8,47 p. m., im letzteren 6,08 p. m. Platin. Die Differenz ist 2,39 p. m., was einem Gehalt von 0,73 p. m. Harnstoff gleich kommen würde.

In einem zweiten Falle erhielt ich aus 8,7045 Grm. Milch bei Mitwirkung von heifser Schwefelsäure 0,053 Grm. Platin, und aus 14,715 Grm. derselben, ohne Mitwirkung der Schwefelsäure, 0,0635 Grm. Platin. Diefs beträgt in 1000 Theilen 6,09 und 4,32 Theile Platin. Die Differenz ist 1,77 p. m. und würde 0,54 p. m. Harnstoff entsprechen.

Dieser Fehler würde nicht so bedeutend sein um diese Methode der Harnstoffbestimmung bei Gegenwart von Milch unbrauchbar zu machen, wenn es ausgemacht wäre, dafs die Menge der darin enthaltenen Milch im geraden Verhält-

Digitized by Google

nifs steht mit der Gröfse dieses Fehlers, denn, wenn überhaupt, so kann doch nur sehr wenig Milch im Harn enthalten seyn. Wenn diefs aber nicht der Fall wäre, so würde freilich der dadurch veranlafste Fehler über die Gränze hinausgehen, welche analytischen Methoden anhaften dürfen. Ich habe mich nicht bemüht die Frage, ob dieses oder jenes der Fall sey, zu entscheiden, da ich mich nicht enthalten kann, so lange an der Secretion von Milch durch die Nieren zu zweifeln, bis ich mich selbst davon werde haben überzeugen können.

Galle im Harn.

Es ist bekannt, dafs sehr häufig Galle im Harn kranker Individuen vorkommt. Namentlich im Icterus enthält der Harn stets Gallenbestandtheile.

Es schien mir daher von grofsem Interesse, zu untersuchen, ob auch bei Anwesenheit dieser Stoffe jene Methode der quantitativen Bestimmung des Harnstoffs brauchbar sey oder nicht.

Zu dem Zweck behandelte ich frische Ochsengalle mit Schwefelsäure, wie nach jener Bestimmungsmethode angegeben ist, und fällte das Ammoniak aus der rückständigen Masse mit Platinchlorid und ätherischem Alkohol. Eine andere Portion der Galle wurde mit Alkohol versetzt, der dadurch gebildete Niederschlag abfiltrirt, mit Alkohol gewaschen, und das Filtrat mit Platinchlorid gefällt. Das durch Glühen erhaltene Platin wurde noch mit kochender Salzsäure ausgewaschen, wie diefs auch bei der Methode den Harnstoff im Harn zu bestimmen geschieht.

So erhielt ich aus 7,1385 Grm. mit Schwefelsäure behandelter Galle 0,0312 Grm. oder 4,37 p. m. Platin, und aus 8,329 Grm. in Alkohol gelöster Galle 0,0207 Grm. oder 2,49 p. m. Platin. Die Differenz ist 1,88 p. m. Platin, was 0,57 p. m. Harnstoff entsprechen würde.

Aus 5,3317 Grm. einer anderen mit Schwefelsäure behandelten Ochsengalle erhielt ich 0,0155 Grm. Platin und aus 11,6393 Grm. derselben nicht mit dieser Säure behan-

Digitized by Google

delten Galle 0,0085 Grm. Diefs beträgt 2,91 und 0,73 p. m. Die Differenz 2,18 p. m. würde einem Gehalt an Harnstoff von 0,66 p. m. entsprechen.

Es schien mir aber auch nöthig, die Galle des Menschen in Beziehung auf ihre Fähigkeit, durch Einwirkung heifser Schwefelsäure Ammoniak zu bilden, zu untersuchen. Es stand mir dazu die Galle eines Phthisikers zu Gebote.

4,4927 Grm. derselben gaben nach dem Abdampfen mit Schwefelsäure 0,044 Grm. Platin. Aus der alkoholischen Lösung von 6,1127 Grm. dieser Galle erhielt ich dagegen nur 0,027 Grm. Platin. Diefs beträgt in 1000 Theilen 9,79 und 4,42 Theile Platin. Die Differenz ist 5,37 und die dieser Menge Platin entsprechende Quantität Harnstoff ist gleich 1,63 p. m.

Dieser Fehler würde ohne Zweifel bedeutend genug seyn, um die Methode der Bestimmung des Harnstoffs im Harn bei Gegenwart von Bestandtheilen der Galle ungenau zu machen, wenn man nicht berechtigt wäre, anzunehmen, dafs die Menge der einzelnen Bestandtheile derselben, welche im Harn vorkommen kann, bedeutend geringer ist, als in der reinen Galle. Ich glaube mindestens annehmen zu dürfen, dafs solcher Harn höchstens als ein Gemisch von neun Theilen Harn mit einem Theil Galle betrachtet werden darf. Dafs mehr der Gallenbestandtheile im Harn je vorkommen könne, scheint mir sehr wenig glaublich, ja ich bin der Meinung, dafs dieses Verhältnifs nicht allein nie erreicht, sondern auch, dafs die im Harn vorkommende Menge Galle stets bedeutend *unter* der bleibt, welche durch jenes Verhältnifs ausgedrückt wird.

Nimmt man aber jenes Verhältnifs als das Aeufserste an, so würde nach meinen Versuchen, der durch die Galle bei Bestimmung des Harnstoffs im icterischen Harn nach dieser Methode veranlafste Fehler höchstens 0,16 p. m. betragen können, ein Fehler der zu gering ist, um jene analytische Methode unbrauchbar zu machen.

Es ist also dieselbe auch für galligen Harn anwendbar, und zwar sogar, ohne dafs es nöthig wäre, die Bestand-

Digitized by Google

theile der Galle vorher abzuscheiden, wie diefs bei Eiweifs, Blut oder Milch enthaltendem Harn nothwendig ist.

VII. *Ueber schwefelsaures Quecksilberoxyd-Schwefelquecksilber; von Dr. J. Jacobson.*

Diese Doppelverbindung von Schwefelquecksilber mit schwefelsaurem Quecksilberoxyd stellte zuerst Herr H. Rose [1]) durch Hineinleiten von Schwefelwasserstoff in eine Auflösung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd in Schwefelsäure dar, ohne sie jedoch quantitativ näher zu bestimmen. — Wenn daher die Zusammensetzung derselben von Berzelius [2]) $\dot{Hg}\dddot{S} + 2HgS$ nach Herrn Rose angegeben wird, so ist dieses nur aus der analogen Zusammensetzung der schwefelbasischen Haloïdsalze und des schwefelbasischen salpetersauren Quecksilberoxyds gefolgert worden, da Herr Rose von den Verbindungen des Schwefelquecksilbers mit Quecksilberoxydsalzen nur das letztere quantitativ genauer untersucht und bestimmt hat, ohne daraus auf eine gleiche Zusammensetzung anderer Quecksilberoxydsalze mit Schwefelquecksilber zu schliefsen. — Um daher über die Zusammensetzung dieser Verbindung [3]) eine wo möglich positive Gewifsheit zu erlangen, unterwarf ich sie der folgenden qualitativen und quantitativen Untersuchung.

Zu ihrer Darstellung bediente ich mich statt des Schwefelwasserstoffgases einer gesättigten klaren Auflösung von Schwefelwasserstoffwasser, von dem ich so viel zu einer klaren Auflösung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd in Schwefelsäure setzte, als noch ein weifser flockiger Nieder-

1) s. Poggendorff's Annalen, Bd. 3, S. 69. Ueber das Verhalten des Schwefelwasserstoff's gegen Quecksilberauflösungen.

2) s. dessen Lehrbuch der Chemie, neueste Auflage, Bd. 3, S. 894, von dem schwefelbasisch-schwefelsauren Quecksilberoxyd.

3) s. Gmelin's Handbuch der Chemie, 4. Aufl. Bd. 3, S. 495.

schlag gebildet wurde, der sich ziemlich schnell aus der Anfangs milchichten Flüssigkeit absetzte und leicht filtriren liefs. — Einen Theil dieses weifsen Niederschlages süfste ich mit kaltem Wasser vollständig aus, so dafs in der abfiltrirten Flüssigkeit keine Reaction, weder auf Schwefelsäure noch auf Quecksilber, mehr bemerkbar war. Dabei behielt er seine Farbe unverändert, und erst beim Trocknen bis 100° C. zeigte er einen ganz schwachen kaum bemerkbaren gelblichen Anflug an der Oberfläche; im Innern war er ganz weifs geblieben. Einen anderen Theil desselben weifsen Niederschlages kochte ich in einer Platinschale so lange mit destillirtem Wasser, bis letzteres auf Lackmuspapier keine saure Reaction mehr zeigte. Beim längeren Kochen nahm der weifse Niederschlag allmälig eine mehr gelbliche, jedoch von der des Turpeths verschiedene Färbung an [1]). Ich brachte ihn dann auf ein Filtrum, süfste ihn vollständig mit heifsem Wasser aus und trocknete ihn bei 100° C., wobei sich seine Farbe nicht weiter veränderte. Alle diese verschiedenen Niederschläge, sowohl die weifsen, als gelblich gefärbten, die feuchten, frisch präcipirten, so wie die bei 100° C. getrockneten, waren in einfachen Säuren etwas auflöslich. Mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure übergossen, wurde mittelst Chlorbaryum ein Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, mittelst Schwefelwasserstoffwasser der charakteristische Niederschlag von Schwefelquecksilber erzeugt. Die concentrirten einfachen Säuren, Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure, lösten in der Kochhitze etwas mehr davon auf, als dieselben im verdünnten Zustande und in der Kälte. Erhitzte man den Niederschlag mit Salpetersäure und setzte dann Chlorwasserstoffsäure hinzu, so war die Einwirkung schnell und stark, und der gröfsere Theil des Schwefels, doch nicht aller, wurde in Schwefelsäure verwandelt. Kalihydrat veränderte schon in der Kälte die weifse Farbe in eine röthlich gelbe, die beim längeren Kochen damit,

1) Einen ähnlichen Stich in's Gelbe nahm er auch beim blofsen Aussüfsen mit heifsem Wasser an.

Digitized by Google

dunkelbraunroth wurde. — Concentrirte heiſse Salzsäure löste einen Theil davon auf, ein anderer blieb ungelöst als schwarzes Schwefelquecksilber zurück. — Eine Auflösung von kohlensaurem Natron färbte ihn in der Kälte etwas gelblich; damit gekocht, wurde er sogleich schwarz und hatte sich in Schwefelquecksilber (ganz unlöslich in Salzsäure) verwandelt. — Jeden der beiden mit kaltem und heiſsem Wasser behandelten Niederschläge unterwarf ich einer besonderen, aber nach derselben Methode ausgeführten Analyse. — Bei 100° C. getrocknet und gewogen, wurden sie unter gelinder Erwärmung so lange mit Königswasser digerirt, bis sich alles Schwefelquecksilber vollständig zersetzt hatte. — Der Schwefelgehalt der Verbindung wurde auf die gewöhnliche Weise, theils aus der Menge des abgeschiedenen Schwefels, theils aus dem, durch Zusatz von Chlorbaryum zur sauren Auflösung gebildeten schwefelsauren Baryt berechnet; der Quecksilbergehalt, nach der Bestimmung des Schwefels, aus dem durch Hineinleiten von Schwefelwasserstoffgas in die saure Auflösung gebildeten schwarzen Schwefelquecksilber, das bei 100° C. getrocknet und gewogen wurde. — Der Sauerstoffgehalt der Schwefelsäure und des Quecksilberoxyds wurde aus dem Verlust berechnet.

I. Analyse des mit kaltem Wasser vollständig ausgesüſsten bei 100° C. getrockneten weiſsen Niederschlages.

In 100 Theile:		Atomenverhältniſs von:
Schwefel	8,909	S : Hg : O
Quecksilber	79,01	=
Sauerstoff	12,081	0,0442 : 0,062 : 0,129
	100.	=
		1 : 1½ : 2½
		=
		2 : 3 : 5

II. Analyse des mit heifsem Wasser gekochten und vollständig ausgesüfsten bei 100° C. getrockneten gelben Niederschlages.

In 100 Theile:		Atomenverhältnifs von:				
Schwefel	8,99	S	:	Hg	:	O
Quecksilber	80,87			=		
Sauerstoff	10,14	0,0146	:	0,0688	:	0,1014
				=		
		1	:	$1\frac{1}{2}$	:	$2\frac{1}{2}$
				=		
		2	:	3	:	5

Aus der ziemlich übereinstimmenden Zusammensetzung der beiden Verbindungen, so wie aus dem Atomenverhältnifs ihrer Bestandtheile, nämlich des S : Hg : O, liefse sich für beide am leichtesten die Formel:

$$HgS + \dot{H}g^{2}\dddot{S}$$

ableiten. Hiernach müfste die Zusammensetzung in 100 seyn:

Schwefel	8,56
Quecksilber	80,8
Sauerstoff	10,64.

Die Abweichung in dem Gehalte an Hg und S in den beiden Analysen rührt wohl daher, dafs durch das blofse Aussüfsen mit kaltem Wasser, die Zersetzung nicht so vollständig geschah, als durch das längere Kochen mit heifsem Wasser.

Es wäre also die Zusammensetzung des schwefelbasisch-schwefelsauren Quecksilberoxyds nicht, wie man nach Analogie des schwefelbasisch-salpetersauren Quecksilberoxyds hätte vermuthen sollen, als eine Verbindung von 2 Atomen Schwefelquecksilber mit 1 Atom neutralen schwefelsauren Quecksilberoxyd, sondern als eine Verbindung von 1 Atom Schwefelquecksilber mit 1 Atom eines basischen schwefelsauren Quecksilberoxyds, das bis jetzt noch nicht isolirt dargestellt worden ist, anzusehen. —

VIII. *Analysen von Staurolithen verschiedener Fundörter; von Dr. J. Jacobson* [1]).

Die folgenden Analysen wurden nach derselben Methode und unter Beobachtung derselben Vorsichtsmafsregeln, wie die früheren Analysen des Stauroliths vom Gotthardt, angestellt. — Sie wurden sämmtlich durch kohlensaures Natron leicht und vollständig aufgeschlossen.

A. Staurolith von Airolo in der Nähe des St. Gotthardt, (ganz frei von Cyanit.)

Specifisches Gewicht der kleineren Stücke = 3,661, des feinen Pulvers = 3,73.

	I. In 100 Theile.	Sauerstoffgehalt.		II. In 100 Th.	Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	33,45		17,37	32,99		17,13
Thonerde	47,23	22,05	26,95	47,92	22,37	27,42
Eisenoxyd	16,51	4,9		16,65	5,05	
Magnesia	1,99			1,66		
	99,18			99,22.		

III.
In 100 Theile.
Kieselsäure 32,07.

B. Staurolith aus Frankreich. (Bretagne.)

Specifisches Gewicht der kleineren Stücke = 3,527, des feinen Pulvers = 3,529.

	I. In 100 Theile.	Sauerstoffgehalt.		II. In 100 Th.	Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	39,19		20,35	40,35		20,90
Thonerde	44,87	20,95	25,57	44,22	20,97	25,8
Eisenoxyd	15,09	4,62		15,77	4,83	
Magnesia	0,32					
Manganoxydul-Oxyd	0,17			0,1		
	99,64.			100,44.		

1) Im Laboratorium des Herrn Prof. H. Rose angestellt, als Fortsetzung der in dies. Ann. Bd. 62, S. 419 mitgetheilten Arbeit. Die zur Unter-

C. Staurolith vom Ural (von Polewskoi.) [1])

Specifisches Gewicht der kleineren Stücke = 3,547, des feinen Pulver's = 3,588.

	I. In 100 Theile.	Sauerstoffgehalt.		II. In 100 Th.	Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	38,68		20,09	38,33		19,91
Thonerde	47,43	22,15	26,76	45,97	21,47	25,94
Eisenoxyd	15,06	4,61		14,6	4,47	
Magnesia	2,44			2,47		
	103,61.			101,37.		

Aus den Analysen dieser Staurolithe, so wie der früheren vom St. Gotthardt [2]) ergiebt sich eine grofse Verschiedenheit derselben im Gehalte an Kieselsäure und Thonerde. —

Dasselbe, obwohl in geringerem Grade, findet auch in Beziehung auf ihr specifisches Gewicht statt. Was den Gehalt an Kieselsäure und Thonerde [3]) betrifft, so steht der Staurolith von Airolo dem vom Gotthardt noch am nächsten; diefs gilt auch von ihrem specifischen Gewichte, während der vom Ural und der Französische aus der Bretagne, die ähnlich zusammengesetzt und ein ziemlich gleiches specifisches Gewicht haben, einen höheren Gehalt an Kieselsäure und einen geringeren an Thonerde, als der vom Gotthardt zeigen. Ihr specifisches Gewicht ist geringer als das der anderen von mir untersuchten Staurolithe [4]).

suchung angewendete Substanz war vorher von allen fremdartigen Beimengungen auf's genaueste befreit worden.

1) Vgl. G. Rose Reise nach dem Ural, Th. II, S. 485. Dieser Staurolith kommt mit rothen Granaten im Glimmerschiefer des Taganai vor, südwestlich von Katharinenburg. — Die Krystalle sitzen in einem sehr harten bläulich-schwarzen Thonschiefer, mit kleinen schwarzen Glimmerblättchen und Granaten, von denen sie nur sehr schwer zu trennen sind.

2) a. a. O.

3) In dem Gehalte an Eisenoxyd zeigte sich bei allen von mir untersuchten Staurolithen eine merkwürdige Uebereinstimmung. Immer wurde nämlich $\frac{1}{6}$ $\dddot{A}l$ durch $\dddot{F}$ ersetzt.

4) Mit der Zunahme des Gehaltes an Kieselsäure scheint das specifische Gewicht abzunehmen und umgekehrt.

Wollte man nun zu Folge dieser verschiedenartigen Zusammensetzung auch verschiedene Formeln für den Staurolith von Airolo, den Französischen und Uralschen aufstellen, so liefse sich aus der Zusammensetzung des ersteren, von Airolo, in welchem das Verhältnifs des Sauerstoffs der Kieselsäure zu dem der Thonerde und des Eisenoxyds wie 2 : 3 ist, am einfachsten die Formel:

$$\left.\begin{array}{l} Al^{3} \\ \dddot{F}^{3} \end{array}\right\} \dddot{Si}^{2},$$

und aus der Zusammensetzung der beiden letzteren, in welchen sich der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Thonerde und des Eisenoxyd's wie 4 : 5 verhält, eine und dieselbe Formel, nämlich:

$$\left.\begin{array}{l} Al^{5} \\ \dddot{F}^{5} \end{array}\right\} \dddot{Si}^{4}$$

ableiten. Dann wäre aber die chemische Formel für den Staurolith vom Gotthardt nämlich:

$$\left.\begin{array}{l} \dddot{Al}^{2} \\ \dddot{F}^{2} \end{array}\right\} \dddot{Si}$$

eine ganz verschiedene von den für die drei anderen Staurolithe berechneten, was bei der übereinstimmenden Krystallform derselben schwerlich anzunehmen ist. Eher möchte man vermuthen [1]), dafs sich die Kieselsäure und die Thonerde, so wie das Eisenoxyd, gegenseitig ersetzen können. Die Entscheidung hierüber mufs indessen späteren wiederholten Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Anhang. Analyse eines in Quarz eingewachsenen Cyanits vom Greiner in Tyrol [1]).

Specifisches Gewicht 3,678.

Mit

1) Diese Ansicht ist schon früher von v. Kobell u. a. aufgestellt worden.

2) vgl. Rammelsberg, Handwörterb. d. Mineralogie, Artikel: Cyanit, und dessen erstes und zweites Supplement, S. 180, S. 43, S. 42.

Digitized by Google

Mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen [1]).

In 100 Theilen.		Sauerstoffgehalt.		Sauerstoffverhältnifs der:
Kieselsäure	37,3		19,3775	$\dddot{Si} : \dddot{Al} + \dddot{F}$
Thonerde	62,6	29,238	29,546	=
Eisenoxyd	1,08	0,308		19,37 : 29,54
	100,98.			=
				2 : 3

woraus sich die Formel:

$$\left.\begin{matrix}\dddot{Al}^3\\ \dddot{F}^3\end{matrix}\right\} \dddot{Si}^2,$$

die in 100 Theilen:

Kieselsäure = 37,48
Thonerde = 62,52

geben würde, am leichtesten ableiten läfst. Diese stimmt auch mit der von Rosales für den Cyanit vom Gotthardt aufgestellten überein.

IX. *Einiges über das Dove'sche Drehungsgesetz; von Dr. Buijs-Ballot in Utrecht.*

Vielleicht möchte es überflüssig scheinen, neue Belege für das Drehungsgesetz beizubringen, da dasselbe sowohl durch die deutliche Sprache der Theorie als durch directe Beobachtungen bestätigt wird [2]); und doch bin ich zu einer solchen Arbeit veranlafst worden. Als ich nämlich suchte, ob

1) Nach zweimaligem Schmelzen der jedesmal erhaltenen Kieselsäure mit kohlensaurem Natron war die Zersetzung des Minerals vollständig gelungen und alle Thonerde von der Kieselsäure getrennt worden. — Früher hatte man den Cyanit nur mit Fluorwasserstoffsäure, kohlensaurem Baryt oder Kalihydrat aufgeschlossen.

2) Besonders schön scheinen mir die Belege, welche Hr. Prof. Dove so sinnreich aus den Anzeigen des Barometers, Thermometers und Hygrometers abgeleitet hat, um so schöner, je mehr sie darin verdeckt erscheinen. S. Dove's Meteorolog. Untersuchungen, S. 139.

Digitized by Google

die Periode von 27,68 Tagen, welche ich für die Rotationszeit der Sonne gefunden habe [1]), sich nicht allein in Temperaturdifferenzen, sondern auch in der mittleren Windesrichtung ausspreche, und vielleicht die wärmere Seite der Sonne, wenn sie, der Erde zugekehrt, das Festland stärker als das Meer erwärmend, einen Seewind verursache und die kältere eben so einen Landwind [2]), wollte ich nebenbei auch das Drehungsgesetz prüfen, zumal mir etwas bei diesem noch immer nicht ganz hatte einleuchten wollen. Das Folgende möge also als Zusatz zu den früheren Aufsätzen und als Bestätigung des Gesetzes dienen.

Vermöge der Axendrehung der Erde ist es geradezu nothwendig, dafs in der nördlichen Erdhälfte der Polarstrom immer mehr Ost, der Aequatorialstrom immer mehr West wird, von je entfernteren Orten er herkommt; aber es nicht klar, warum der Wind, einmal Ost oder West geworden, fernerhin Süd und Nord werden soll. Es ist dazu in der Bewegung der Erde keine Ursache vorhanden, und ich möchte daher an den verschiedenen Stellen, wo Hr. Prof. Dove sagt, in der nördlichen Erdhälfte drehe sich der Wind in der Richtung:

S. SW. W. NW. N. und N. NO. O. SO. S.

lesen:

W. NW. N. NO. O. und O. SO. S. SW. W.

denn, wie gesagt, wenn der Wind sich selbst überlassen wäre, würde er wohl, wenn er einmal nordwärts von Westen gekommen wäre, Ost werden, und eben so, wenn er südwärts von Osten wehte, West werden müssen; aber in diesen Richtungen würde er bleiben, wenn nicht andere Umstände (die Abwechslung der Solar- und Aequatorialströmungen) vorhanden wären, die dem Ostwind wieder eine südliche, dem Westwind wieder eine nördliche Richtung ertheilten. Es giebt also Umstände, vermöge welche

1) S. den Aufsatz S. 205 dieses Bandes.

2) Meine sehr ausführlichen Untersuchungen über diesen Gegenstand und über die Wärmewirkung des Mondes aus Beobachtungen von 116 Jahren werden nächstens in einem besonderen Werkchen erscheinen.

der Wind *nördlich* oder *südlich* werden *kann*, und eine Ursache, warum er *Ost* und *West* werden *mufs*. Wenn wir die Sache etwas allgemeiner behandeln, werden wir sehen, dafs es nur einen Fall giebt, in welchem der Wind Nord oder Süd bleiben kann, gegen unendlich viele Fälle, wo diefs nicht geschieht.

Theoretische Sätze.

Der Wind, welcher einen Winkel φ mit dem ersten Meridian macht, heifse der Wind φ, und φ sey von Osten durch Süden gezählt, so dafs also für den Ostwind $\varphi = 0^\circ$ und für Westwind $\varphi = 180^\circ$. Es ist zu beweisen, dafs φ immer von $\varphi = 0^\circ + \Delta\varphi$ bis $\varphi = 180^\circ$, und von $\varphi = 180^\circ + \Delta\varphi$ bis $\varphi = 360^\circ$ zu wachsen strebt, als $\Delta\varphi < 180^\circ$.

Betrachten wir einen Wind $\varphi_{,}$ als die Resultante mehrer Luftströme (wie ich, zur Unterscheidung, die Componenten nennen will), sämmtlich von der gleichen Intensität $=1$, was immer erlaubt ist, da man für einen Luftstrom von der Intensität b, immer b Luftströme von der Intensität 1 nehmen kann, ohne die Richtung oder Intensität der Resultante zu ändern. So wird:

$$\varphi_{,} = \frac{\varphi + \varphi' + \varphi'' + etc.}{m}.$$

Dem Gesetz gemäfs wird φ in $\varphi + \Delta\varphi$, φ' in $\varphi' + \Delta\varphi'$ übergehen, und so weiter, also $\varphi_{,}$ in

$$\frac{\varphi + \Delta\varphi + \varphi' + \Delta\varphi' + \varphi'' + \Delta\varphi'' +}{m} = \varphi_{,} + \frac{\Sigma\Delta\varphi}{m} = \varphi_{,} + \Delta\varphi_{,}$$

Wenn nun keine neuen Luftströme hinzukommen, wird $\varphi_{,}$ unaufhörlich wachsen, so lange $\frac{\Sigma\Delta\varphi}{m}$ wächst, d. h. so lange noch eins der Glieder $\varphi + \Delta\varphi$ wächst, und es unter den φ, φ', *etc.* eins giebt, welches noch nicht 180° oder 360° geworden ist. Auch wenn der Winkel $\varphi_{,}$ anfangs 0° oder 180° war, wird er doch zunehmen, da die Winkel der Componenten wachsen. Indem aber diese zunehmen, werden einige von ihnen den Werth 180° oder 360° erreichen, und dann zu wachsen aufhören. $\Delta\varphi$, $\Delta\varphi'$ *etc.* werden also successive $=0$ werden, wenn $\varphi = 180^\circ$ oder

360°, $\varphi' = 180^\circ$ oder 360° u. s. w., und nur wenn alle $\varDelta\varphi = 0$ sind, wird auch $\frac{\Sigma\varDelta\varphi}{m}$ und somit $\varDelta\varphi_, = 0$ seyn, der Wind $\varphi_,$ also eine constante Richtung behalten.

Welche ist aber diese Richtung? Die Richtung der Resultante wird gegeben aus denen der unter sich gleichen Componenten durch die Gleichung:

$$tang\ \varphi_, = \frac{sin\ \varphi_,}{cos\varphi_,} = \frac{\Sigma\ sin\ \varphi}{\Sigma\ cos\ \varphi}.$$

Es sey $m = n + s$, wo n die Zahl der nördlichen Luftströme, d. h. derjenigen, die in ihrem Namen ein N führen, bezeichnet und s ebenso die der südlichen. Dann wird, wenn alle nördlichen Luftströme Ost, und alle südlichen West geworden sind, welcher Fall immer endlich eintreten mufs, für die ersteren $\varphi = 360^\circ$, für die anderen $\varphi = 180^\circ$ geworden seyn, immer aber $sin\ \varphi = 0$, und also auch $\Sigma\, sin\ \varphi = 0$ und $tang\ \varphi_, = 0$, der Wind also Ost oder West seyn. Je nach dem Zeichen des Nenners $cos\ \varphi$ wird für die nördlichen Luftströme $= 1$, für die südlichen $= -1$ geworden seyn, und also $\Sigma\ cos\ \varphi = n - s$ oder $tang\ \varphi_,$ $= \frac{o}{n-s} = \frac{0}{0}$, wenn $n = s$ und für diesen Fall $= \infty$. Der Wind wird also für den Fall, dafs $n = s$, aber auch nur für diesen Fall, Süd oder Nord werden; dann ist aber zugleich seine Intensität $= 0$.

Diefs ist demnach die regelmäfsige Wirkung der Erdrotation. Allein in der Natur geht es nicht so einfach her; es brechen unaufhörlich neue Luftströme ein, die bisweilen ein Zurückspringen, bisweilen aber auch ein schnelleres Drehen veranlassen können. Es wehe der Wind φ und es breche der gleiche Wind φ' herein, so wird, wie wir sahen, die Richtung des resultirenden Windes $\frac{\varphi' - \varphi}{2}$ seyn. Das Zeichen der Drehung wird durch das Zeichen von $\frac{\varphi' - \varphi}{2}$ bestimmt; die Drehung ist also positiv, im Sinne des Gesetzes, wenn $\varphi' - \varphi > 0^\circ$ und zugleich $< 180^\circ$, also wenn

sin $(\varphi' - \varphi) > 0$ und umgekehrt. Die absolute Gröfse der Drehung ist der Gröfse $\varphi' - \varphi$ proportional, so lange $\varphi' - \varphi$ nicht gröfser als 180°; man hat also in jedem Falle nur die Differenz zu beachten, welche kleiner als 180°, weil sonst die Resultante nicht zwischen den Richtungen der Componenten liegen würden.

Das Hereinbrechen neuer Luftströme hat lange das Drehungsgesetz verdeckt, bis es Hrn. Prof. Dove gelang, aus theoretischen Deductionen die früheren unbestimmten Anzeigen richtig zu deuten. Die hierdurch entstandenen Sprünge können indefs sowohl von den bereits wehenden als von den hereinbrechenden Winden abhängen und deshalb nur äufserst unregelmäfsig auftreten; eben darum scheint mir auch, dafs es keine Regel geben werde, weshalb die positiven Drehungen mehr bei grofsen als bei kleineren Windveränderungen vorkommen sollen. Grofse Windveränderungen halte ich durchaus für zufällig, aber von den kleineren kennen wir die Ursache, und darum habe ich sie vorzüglich beachtet. Zwar habe ich es unternommen auch aufzuzeichnen, wie häufig gröfsere positive und negative Drehungen eintreten, und in welcher Himmelsgegend der Wind am liebsten vor oder rückwärts zu springen scheint, aber es findet sich darin so ungemein viel Unregelmäfsiges, dafs ich die Sache lieber dahin gestellt seyn lasse. Ueberdiefs, wenn man zu viel aufzeichnen will, zeichnet man häufig schlecht auf, und diesem Umstande schreibe ich es zu, dafs von den Jahren 1743—1748 so wenig Brauchbares übrig geblieben ist.

Auch das Aufzeichnen, wie viel Mal ein ganz regelmäfsiger positiver und auch ein ganz regelmäfsiger negativer Umgang (wo Umgang, wie immer in dem Folgenden, eine Drehung von 360° bedeuten möge) stattgefunden habe, scheint überflüssig, wird beinahe ohne Gewicht, weil man nicht bestimmt sagen kann, wann ein Umgang ganz regelmäfsig erfolgt sey. Man wird einen Umgang für unregelmäfsig halten, wenn der Wind um $\frac{1}{4}\pi$ oder $\frac{1}{8}\pi$ zurückgesprungen ist; allein man mufs bedenken, dafs die Um-

Digitized by Google

drehung auch unregelmäfsig ist, wenn der Wind mehre Tage lang unausgesetzt aus *einer* Richtung geweht hat, denn Stehenbleiben ist unmöglich, wenn nicht neu hereinbrechende rückliegende Luftströme ihn gerade so viel zurückschieben, als er, der Drehung gehorchend, ohne sie vorwärts gegangen seyn würde. Ueberdiefs sind auch die vollen Umgänge, sowohl die positiven als die negativen, ganz zufällig und treten nur dann ein, wenn ein günstiger Wind in einem Momente hereinbricht, wo der bestehende Wind eine dazu passende Richtung hat. Allerdings müssen die positiven Drehungen zahlreicher seyn als die negativen, da man zu jenen nur einen Wind, zu diesen wenigstens drei Winde gebraucht, indem erstere, nur einmal aus Ost oder West getrieben, die fernere Umdrehung von selbst vollenden, letztere aber wiederholt einen neuen rückliegenden Wind erfordern, damit sie nicht durch Wirkung der Rotation wieder in die positive Richtung hineingerissen werden. Ich glaube nicht, dafs vierzigjährige Beobachtungen genügen, um in dieser Beziehung ein numerisches Resultat von einiger Genauigkeit aufzustellen, und überlasse daher diese Frage der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Die Geschwindigkeit der Drehung ist zwar vom Herrn Prof. Dove beachtet, aber vorzugsweise nur auf die Aequatorialregionen angewandt, und auch dort nur allgemein behandelt. Ich wünschte etwas mehr hervorzuheben, welchen Einflufs die geographische Breite, die herrschenden Winde und die Veränderlichkeit derselben an verschiedenen Orten auf diese Geschwindigkeit ausüben, und wollte diefs für Holland aus den Beobachtungen ableiten. Betrachten wir diese drei Elemente nach einander:

Es sey ψ die Breite eines Orts, so wird der Wind, welcher aus der Breite ψ' zu ihm kommt, durch die Rotation der Erde die relative Geschwindigkeit $-ar\ (\cos\psi' - \cos\psi)$ von Ost nach West gewonnen haben, wo a die Winkelgeschwindigkeit und r den Radius der Erde bedeutet. Wenn $\psi' = \psi + d\psi$ oder die Orte nahe unter derselben Breite liegen, wird die Componente nach dem ersten

Digitized by Google

Meridian zugenommen haben um $\pm ar \sin\psi d\psi$, also desto mehr, je gröfser die Breite ist. Für nördliche Winde ist $d\psi$ in der nördlichen Hemisphäre positiv, in der südlichen negativ, $\sin\psi$ ist in beiden Hemisphären positiv zu nehmen. Da am Aequator nördliche Winde nur aus der nördlichen Hemisphäre, und südliche nur aus der südlichen anlangen können, so ist $d\psi$ für jeden Wind positiv zu nehmen. Dort macht also die Rotation jeden Wind noch östlicher als er bereits war und kann folglich nie eine Umdrehung bewirken. Das Umgekehrte findet an beiden Polen statt, wo $d\psi$ immer negativ ist; allein man hat zu erwägen, dafs an den Polen alle Winde als Süd- oder Nordwinde erscheinen. Man darf indefs hieraus noch nicht folgern, dafs dort die Winde am stärksten drehen, dafs die meisten Umgänge stattfinden, je weiter man sich von dem Aequator entfernt; denn wir haben bis jetzt nur den Einflufs der Breite beachtet, und es giebt der Umstände noch mehre.

Die herrschenden Winde haben auch Einflufs auf die Quantität der Drehung. Es leuchtet unmittelbar ein, dafs an Orten, wo ein beständiger Ostwind herrscht, die Neigung zur Drehung Null ist, so lange dieser weht. Der Wind φ, der mit der Intensität c zu wehen anfängt, hat zur Componente von Süd nach Nord $c \sin\varphi$ und zur Componente von Ost nach West $c \cos\varphi$. Ein Lufttheilchen, das von der Breite ψ' angekommen ist, hat noch überdiefs mitgebracht $-ar\ (\cos\psi' - \cos\psi)$; es wird also seine neue Richtung seyn:

$$\varphi_{,} = Arc\ tang\ \frac{c \sin\varphi}{c \cos\varphi - ar\,(\cos\psi' - \cos\psi)},$$

wo nun $\sin\varphi$ und $\cos\psi' - \cos\psi$ das nämliche Zeichen haben. Man kann diese Formel auch schreiben:

$$\varphi_{,} = Arc\ tang\ \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi - \frac{ar}{c}\,(\cos\psi' - \cos\psi)},$$

und sieht nun, dafs das Lufttheilchen seine Richtung um so weniger geändert haben wird, als seine Geschwindigkeit gröfser war, denn um so weniger ist die östliche Componente selbst verändert; es wird aber desto mehr in Rich-

Digitized by Google

tung verändert seyn, je mehr diese dem Meridiane nahe war, denn je kleiner $\cos \varphi$, desto mehr Uebergewicht hat das Glied $\frac{ar}{c}(\cos \psi' - \cos \psi)$, das aus der Rotation entstanden ist. Wenn wir ferner in Betracht ziehen, dafs die Lufttheilchen in derselben Zeit aus desto entlegneren Breiten kommen, je näher ihre Richtung dem Meridiane liegt, und dafs $\cos \psi' - \cos \psi$ ein Maximum ist für den Süd-, und ein Minimum für den Nordwind, so müssen wir auch zugeben, dafs diese Winde darum die gröfste Neigung zum Drehen haben. Auch wenn die Geschwindigkeit gröfser ist, kommen sie in derselben Zeit aus einer mehr entfernten Breite ψ'', und $\psi'' - \psi$ ist der Geschwindigkeit proportional, aber nicht $\cos \psi'' - \cos \psi$; diese letztere Gröfse wächst langsamer und $ar(\cos \psi' - \cos \psi)$ ist gröfser als $\frac{ar}{c}(\cos \psi'' - \cos \psi)$, wenn $\psi'' - \psi = c(\psi' - \psi)$. Die Veränderung der Componente ist also immer kleiner für grofse Geschwindigkeiten als für kleine, und bei Stürmen mufs sich also der Luftstrom *nicht* so schnell drehen als bei leisen Winden.

Ich habe gezeigt, dafs die Intensität und Richtung der an einem Ort der Erdoberfläche herrschenden Winde Einflufs habe auf die Neigung zum Drehen, aber sie bedingen noch nicht nothwendig das Drehen selbst, denn auch die günstigsten Winde, wenn sie lange hintereinander wehen, oder, lieber, wenn sie durch rückliegende Luftströme immer auf's neue zurückgedrängt werden, bringen kein sichtbares Drehen zu Stande. Abgesehen davon, dafs am Aequator der Wind Ost ist, so würde blofs darum, weil er immer Ost ist, d. h. immer NO und SO (Winde, welche letztere als aus der südlichen Hemisphäre kommend, auch als rückliegende betrachtet werden müssen), niemals ein Umgang zu Stande kommen können, und dieser ist nur darum am geographischen Aequator möglich, weil der Wärme-Aequator nicht genau und nicht das ganze Jahr hindurch mit ihm zusammenfällt. In den Regionen der Passate hat man keinen Umgang, in denen der Moussons nur einen

Digitized by Google

im Jahre. Ein wenig nördlich von den Tropenzonen herrschen die Aequatorialströme, die gerade herabgekommen sind, zu sehr über die Polarströme vor, da sie noch zu viel Wasser aufgelöst enthalten, und folglich das Luftvolumen, welches von Süden nach Norden zieht, das den Aequator suchende Luftvolum noch beträchtlich übertrifft, mithin die Südwinde noch zu anhaltend seyn können. Auch in unseren Breiten ist diese die Drehung hemmende Ursache noch mächtig genug; hier ist der Wind, bevor er durch Nord gegangen, noch nicht vor dem durch die häufigen Südwestwinde bewirkten Zurückspringen geschützt, und darum wird das Zurückspringen auf der Westseite des Meridians viel häufiger erfolgen als auf der Ostseite [1]). Um hierbei nicht länger zu verweilen, will ich nur noch bemerken, dafs die für die Drehung günstigsten Orte der Erde wahrscheinlich unter 60°, 70° bis 80° Breite zu suchen sind, dafs unter höheren Breiten wohl das $d \cos \psi$ noch stärker zunimmt, dieser Vortheil aber durch den Nachtheil der abnehmenden Veränderlichkeit möchte überwogen werden.

Beobachtungen.

In Musschenbroek's Manuscripten von 1729 bis 1758 sind drei Mal täglich die Windesrichtungen angegeben, nach acht Himmelsgegenden, welche ich in den weiterhin folgenden Tafeln mit S., SW., W., NW., N., NO., O., SO., S. bezeichnet habe. Aufser diesen Beobachtungen habe ich noch zehnjährige benutzt, welche ich den *Verhandelingen der Hollandsche Maatschappy van Wetenschappen* entnahm.

Ich bin auf folgende Weise verfahren. Wenn der Wind anfangs West war, so setzte ich diefs an den Kopf der Tafel; war er nun bei der folgenden Beobachtung NW. so zog ich einen verticalen Strich in der Spalte zwischen W. und NW.; wurde darauf NO. beobachtet, so zog ich

1) Diefs stimmt nicht ganz mit dem überein, was Prof. Dove in seinen Meteorol. Unters. S. 129 sagt.

Digitized by Google

zwei solcher Striche, einen in der Spalte zwischen NW. und N., und einen in der Spalte zwischen N. und NO. War nun der Wind N. geworden und also zurückgegangen, so zog ich einen horizontalen Strich in der Spalte zwischen NO. und N., und wenn er bei der nächsten Beobachtung SW. gefunden ward, zog ich noch drei dergleichen, zwischen N. und NW., zwischen NW. und W. und zwischen W. und SW., in jeder Spalte einen. Ein verticaler Strich in einer Spalte bedeutet also, dafs der Wind diesen Octanten mit positiver Drehung durchlief, oder dafs er, wie ich es in der Folge wohl ausdrücken werde, eine positive Drehung machte; ein horizontaler Strich zeigt dagegen, dafs er sich negativ drehte. Wenn ich also am Ende eines Vierteljahres oder irgend einer Epoche die verticalen Striche und eben so die horizontalen zusammenzählte, so mufsten deren Summen anzeigen, wie viel Mal der Wind durch diesen Octanten hin- und hergegangen war, und der Unterschied dieser Summen mufste angeben, um wie viel die positiven Drehungen die negativen übertroffen hatten.

Die in den Tafeln in jeder horizontalen Zeile enthaltenen Zahlen sind diese Summen. Die erste bezeichnen die Summe der positiven Drehungen. Die zehnte Spalte giebt die Summe der Unterschiede der verschiedenen Octanten. Jede Zeile enthält das Resultat eines meteorologischen Vierteljahres. Ich habe immer die Veränderungen, welche kleiner als 180° sind, für die wahren genommen, also die von N. nach SO. als eine positive betrachtet und durch drei verticale Striche angedeutet; die von O. nach NW. dagegen als eine negative angesehen, bezeichnet durch drei horizontale Striche an den gehörigen Orten. Wenn der Unterschied der Beobachtungen genau $=180°$ war, hatte ein halber Umgang $=$ vier Drehungen stattgefunden; allein in diesem Fall habe ich gar keine Striche gezogen, weil ich nicht wissen konnte, ob der Wind z. B. vom N. nach S. durch O. oder durch W. gegangen war, ich also entweder vier verticale Striche in den Spalten N. NO. O. SO. oder vier horizontale in den andern Octanten hätte

Digitized by Google

ziehen müssen. Dafür habe ich aber einen Sprung angezeichnet, deren Anzahl in der elften Spalte und in der vierten Tafel in der zwölften Spalte gefunden wird. Nicht alle Jahre folgen unmittelbar aufeinander, damit die Unregelmäfsigkeiten, mit denen die Windesrichtungen behaftet sind, besser sichtbar werden. Es war mir indefs nicht allein darum zu thun, die mittlere Zahl der Windesänderungen kennen zu lernen, sondern auch die Gröfse der Anomalien zu zeigen. So z. B. geben die Winter von 1730 bis 1737 ein negatives Resultat, da doch in allen folgenden Jahren die positiven Drehungen bei weitem das Uebergewicht haben über die in den anderen Jahreszeiten.

Zum Verständnifs der Zahlen ist weiter nichts zu bemerken. Jede Gruppe von Jahreszeiten ist für sich zusammengezählt, und so auch wieder zu ganzen Jahren vereinigt. Auch sind in der Tafel VI. alle Beobachtungen der Winter und ebenso der Frühlinge, der Sommer und der Herbste addirt, während die Tafel V. einige nicht auf einander folgende Jahre enthält, da die zwischen liegenden Jahre fehlerhaft geworden wären; für das Jahr 1729 sind die Vierteljahre nicht besonders eingehalten, es ist aber doch dieses Jahr hinzugefügt, so wie auch ein unbekanntes Jahr, von welchen ich wohl die Beobachtungen, aber nicht die Jahreszahl aufgezeichnet habe. Ich gebe Alles, wie ich es gefunden habe.

Digitized

Windesdrehungen.

Tafel I. (1730—1737).

Am ersten Januar 1730 war der Wind: W.

Im Winter.

	S.—SW.	SW.—W.	W.—NW.	NW.—N.	N.—NO.	NO.—O.	O.—SO.	SO.—S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1730	5— 4	4— 4	7— 9	3— 5	7— 7	7— 6	9— 7	9— 7	2	8
1731	3— 2	6— 6	7— 8	8— 9	6— 7	6— 6	2— 1	4— 3	0	6
1732	11—10	9— 9	10—11	6— 8	2— 4	2— 3	6— 5	8— 7	— 3	2
1733	4— 6	7— 8	3— 3	2— 4	2— 4	1— 3	3— 6	3— 5	—14	4
1734	10— 7	11— 8	10— 7	7— 5	3— 2	5— 4	6— 5	8— 6	16	2
1735	11—10	14—13	11— 8	10— 7	7— 5	4— 2	3— 3	5— 5	12	4
1736	17—19	8— 9	7— 7	4— 4	2— 2	6— 7	8— 9	8— 9	— 6	5
1737	8— 9	18—20	19—21	15—17	7— 9	3— 4	2— 3	1— 2	—12	4
	69—67	77—77	74—74	55—59	36—40	34—35	39—39	46—44	— 5	35

Im Frühlinge.

	S.—SW.	SW.—W.	W.—NW.	NW.—N.	N.—NO.	NO.—O.	O.—SO.	SO.—S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1730	9— 7	11— 8	13— 7	9— 4	7— 2	8— 4	6— 4	8— 6	29	3
1731	3— 2	3— 3	7— 6	10— 8	11— 9	11— 8	7— 5	5— 4	12	2
1732	7— 6	10— 9	6— 7	7— 7	6— 6	8— 8	6— 5	5— 4	3	7
1733	2— 5	4— 7	5— 8	5— 7	7—10	10—13	1— 5	1— 5	—25	10
1734	11— 3	16— 8	15— 8	10— 4	11— 5	10— 4	9— 3	8— 2	54	2
1735	12—13	15—16	11—13	6— 8	4— 4	8— 7	8— 6	8— 6	— 1	6
1736	9— 9	8— 8	11—13	9—11	11—11	11—11	9— 7	7— 5	0	5
1737	9— 5	11— 8	12— 9	10— 7	13—11	14—12	11— 9	7— 5	21	6
	62—50	78—67	80—71	67—56	70—58	80—67	57—44	49—37	93	41

Digitized by Google

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
Im Sommer.										
1730	8— 9	15— 15	8— 9	6— 6	4— 4	3— 4	4— 5	4— 5	— 5	3
1731	5— 4	8— 7	7— 6	7— 6	6— 5	4— 3	5— 3	4— 3	9	5
1732	4— 5	9— 10	12— 10	8— 7	6— 4	4— 2	3— 3	2— 2	5	5
1733	9— 7	12— 11	14— 12	12— 9	9— 5	8— 4	8— 4	6— 3	23	6
1734	8— 5	11— 8	11— 9	12— 10	8— 7	6— 5	6— 4	5— 3	16	3
1735	12— 8	20— 16	13— 11	7— 5	3— 2	6— 5	6— 4	7— 5	18	5
1736	8— 6	18— 13	17— 18	13— 15	10— 11	9— 9	9— 7	7— 5	3	3
1737	13— 12	15— 14	21— 20	14— 13	7— 7	7— 7	5— 5	5— 5	4	3
	67— 56	104— 94	103— 95	79— 76	53— 45	47— 39	46— 35	40— 31	73	33
Im Herbste.										
1730	3— 2	4— 3	8— 6	4— 2	5— 3	5— 3	3— 2	2— 1	12	1
1731	5— 4	9— 8	12— 9	10— 6	4— 0	5— 1	5— 4	5— 4	19	2
1732	8— 5	4— 2	4— 3	5— 3	3— 2	8— 7	9— 7	7— 5	14	4
1733	7— 7	13— 11	8— 5	8— 5	7— 3	5— 2	4— 2	7— 5	19	3
1734	11— 9	14— 13	7— 6	7— 6	4— 4	9— 9	5— 4	7— 6	7	— 6
1735	13— 10	9— 6	7— 3	8— 4	6— 1	7— 2	10— 6	8— 4	32	2
1736	12— 12	13— 14	13— 11	11— 8	7— 5	5— 2	7— 7	4— 4	9	5
1737	10— 12	10— 11	8— 9	4— 5	4— 5	10— 11	8— 9	8— 10	—10	4
	69— 61	76— 68	67— 52	57— 39	40— 23	54— 37	51— 41	48— 39	102	27
Zusammen.										
	267—234	335—206	324—292	258—225	199—166	215—178	193—159	183—151	263	136
Gesammte Unterschiede.										
	33	29	32	33	33	37	34	32	263	136

Windesdrehungen.

Tafel I. (1730—1737).

Am ersten Januar 1730 war der Wind: W.

Im Winter.

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O	O SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen	Anzahl der Sprünge
1730	5— 4	4— 4	7— 9	3— 5	7— 7	7— 6	9— 7	9— 7	2	8
1731	3— 2	6— 6	7— 8	8— 9	6— 7	6— 6	2— 1	4— 3	0	6
1732	11—10	9— 9	10—11	6— 8	2— 4	2— 3	6— 5	8— 7	— 3	3
1733	4— 6	7— 8	3— 3	2— 4	2— 4	1— 3	3— 6	3— 5	—14	4
[illegible]	10— 7	11— 8	10— 7	7— 5	3— 2	5— 4	6— 5	8— 6	16	[illegible]
[illegible]	11—10	14—13	11— 8	10— 7	7— 5	4— 2	3— 3	5— 5	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]—19	8— 9	7— 7	4— 4	2— 2	6— 7	8— 9	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible] 9	18—20	19—21	15—17	7— 9	3— 4	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	77—77	74—74	55—59	36—40	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

S.	SO.	O	NO	N	NW	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	9	5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5	5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	23	6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	16	3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	18	5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3	3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4	3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	73	33

S. SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
				Berichtigung.					
— 4	0	— 3	— 4	— 4	— 8	— 5	— 4	— 32	— 8
				Berichtigte Unterschiede.					
29	29	29	29	29	29	29	28	231	128

Der Wind war am Ende des Jahres 1737: SO.

Tafel II. (1738—1743).

Der Wind war am ersten Januar 1738: SO.

Im Winter.

	S. SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1738	7— 5	7— 6	10—10	9— 9	7— 7	5— 4	6— 5	6— 4	7	3
1739	11— 6	18—14	21—17	13— 8	8— 6	5— 3	4— 2	5— 3	26	7
1740	8— 5	13— 9	15—19	13— 8	10— 7	13—10	5— 3	7— 5	27	6
1741	13— 6	17—10	14— 6	12— 4	12— 4	18—10	10— 3	12— 5	60	2
1742	12— 7	16— 9	14— 8	13— 7	10— 5	10— 7	9— 4	10— 5	42	5
1743	13— 8	19—14	17—11	14— 8	10— 4	7— 1	6— 1	10— 5	44	2
	64—37	90—62	91—62	74—44	57—33	58—35	40—18	50—27	206	25

Im Frühlinge.

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1738	11—7	18—15	16—12	13—10	12—8	7—2	6—1	8—3	33	6
1739	12—11	15—14	13—13	9—9	9—9	6—5	5—4	7—6	5	1
1740	4—4	9—10	14—13	16—16	7—5	9—6	1—0	2—1	7	6
1741	9—9	24—23	16—15	16—15	13—11	8—7	2—1	3—2	8	4
1742	6—7	7—7	14—11	20—18	20—18	11—11	6—9	4—6	1	6
1743	11—12	15—16	15—16	12—13	9—10	11—11	8—9	5—6	—7	5
	53—50	88—85	88—80	86—81	70—61	52—42	28—24	29—24	47	28

Im Sommer.

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1738	6—3	21—18	21—20	14—12	8—6	8—7	7—4	5—2	18	2
1739	11—6	27—23	16—11	13—9	9—7	6—3	5—2	5—2	29	5
1740	16—19	23—26	13—15	9—9	9—9	4—4	2—4	4—7	—13	2
1741	9—4	17—12	17—14	13—10	11—8	15—12	14—9	9—4	32	4
1742	13—9	21—17	19—18	14—13	15—15	12—11	12—8	10—6	19	3
1743	11—7	20—15	21—18	19—16	6—4	7—6	13—10	7—4	24	10
	66—48	129—111	107—96	82—69	58—49	52—43	53—37	40—25	109	26

Im Herbste.

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1738	8—6	13—11	6—4	10—8	11—9	7—4	8—5	6—4	18	3
1739	10—7	9—7	6—3	7—3	6—1	9—4	10—6	9—5	30	2
1740	14—13	20—20	15—12	10—8	8—6	9—6	9—9	7—6	12	7
1741	16—14	12—10	9—6	3—1	5—3	8—6	13—12	13—11	16	1
1742	10—8	13—12	9—8	2—2	5—4	9—8	12—11	11—9	9	5
1743	17—13	17—12	14—8	16—9	11—4	9—4	11—6	15—11	43	4
	75—61	84—72	59—41	48—31	46—27	51—32	63—49	61—46	128	22

Digitized by Google

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
Zusammen:										
	258—195	391—330	345—289	290—225	231—170	213—152	184—128	180—122	490	101
Gesammte Unterschiede.										
	62	61	66	65	61	61	56	58	490	
Berichtigung.										
	— 6	— 5	—10	— 9	— 5	— 6	— 1	— 2	— 44	—11
Berichtigte Unterschiede.										
	56	56	56	56	56	55	55	56	446	90

Der Wind war am 31. December 1743: NO.

Tafel III.

Der Wind war am ersten Januar 1749: SW.

Im Winter.

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1749	15— 12	14— 11	8— 6	5— 3	7— 5	14—12	15—12	8— 5	20	8
1750	21— 17	24— 21	10— 8	6— 3	3— 1	6— 3	5— 1	4— 1	24	3
1751	18— 15	16— 14	12—11	9— 9	5— 6	6— 6	6— 5	6— 4	8	6
1752	12— 6	17— 11	16— 8	15— 7	13— 7	12— 6	10— 5	8— 3	50	6
1753	15— 13	12— 10	7— 6	4— 4	3— 3	9— 9	16—14	16—13	10	4
1754	11— 7	16— 11	16—12	12— 8	9— 3	12— 6	11— 5	12— 6	41	5
1755	9— 7	10— 9	8— 7	8— 6	10— 9	11—10	10— 8	13—12	11	4
1756	17— 14	21— 18	18—15	9— 5	4— 2	7— 5	6— 4	7— 5	21	1
1757	9— 8	17— 15	13—12	7— 6	5— 3	7— 5	5— 3	5— 3	13	2
1758	15— 10	17— 12	15—11	12— 8	12— 8	10— 6	9— 3	13— 8	37	1
	142—109	164—132	123—96	87—59	71—47	94—68	93—60	92—60	235	40

Im Frühlinge.

	S. – SW.	SW. – W.	W. – NW.	NW. – N.	N. – NO.	NO. – O.	O. – SO.	SO. – S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1749	13— 12	14— 13	10— 9	8— 7	12— 15	11—13	6— 8	8—10	— 5	7
1750	13— 10	17— 14	15— 10	16— 11	15— 10	15—10	7— 3	8— 4	34	6
1751	7— 10	12— 15	14— 18	7— 11	13— 14	9—10	2— 3	4— 5	—18	4
1752	14— 9	22— 17	11— 6	12— 7	12— 8	16—12	13— 9	9— 5	36	5
1753	7— 10	15— 18	13— 16	14— 17	12— 13	8— 9	5— 6	3— 4	—16	7
1754	14— 14	25— 24	22— 18	16— 13	7— 4	7— 5	4— 4	3— 3	13	7
1755	14— 14	25— 25	24— 22	16— 14	13— 10	11— 7	5— 3	5— 3	15	6
1756	18— 17	17— 16	16— 16	14— 16	15— 13	11— 9	13—10	16—12	11	11
1757	12— 7	18— 14	14— 9	19— 14	11— 8	6— 3	5— 1	6— 2	34	4
1758	9— 5	12— 9	16— 12	9— 6	11— 9	13—11	11—10	9— 6	22	3
	121—108	178—165	155—136	131—116	121—104	107—89	71—57	71—54	126	60

Im Sommer.

	S. – SW.	SW. – W.	W. – NW.	NW. – N.	N. – NO.	NO. – O.	O. – SO.	SO. – S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1749	18— 14	26— 22	18— 14	9— 4	5— 1	11— 8	11— 8	10— 8	29	10
1750	14— 13	17— 15	17— 15	12— 8	7— 6	6— 6	8— 5	6— 8	8	7
1751	14— 16	23— 25	19— 19	10— 10	6— 6	5— 5	6— 7	6— 7	— 6	3
1752	16— 15	27— 26	24— 21	10— 8	7— 4	5— 3	2— 2	5— 4	13	5
1753	15— 13	21— 19	18— 17	17— 16	5— 3	5— 3	5— 2	7— 4	16	5
1754	12— 8	19— 15	23— 19	18— 14	8— 6	8— 6	4— 2	5— 3	24	4
1755	12— 12	17— 18	14— 15	12— 12	3— 4	3— 4	3— 4	4— 6	— 7	4
1756	14— 10	17— 13	14— 9	14— 9	18— 15	15—12	11— 9	8— 6	28	9
1757	13— 14	20— 21	9— 10	9— 10	13— 12	14—13	11—10	8— 7	0	6
1758	15— 13	22— 19	19— 15	13— 11	12— 8	7— 3	7— 4	10— 6	26	4
	143—128	209—193	175—154	124—102	84— 65	79—63	68—56	69—59	131	51

Digitized by Google

Im Herbste.

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1749	12— 7	16— 11	16— 11	14— 9	9— 5	9— 4	6— 2	10— 6	37	6
1750	9— 10	10— 11	12— 13	13— 14	11— 14	10— 13	5— 8	7— 10	—16	3
1751	14— 13	13— 11	13— 11	9— 8	9— 8	8— 8	9— 10	6— 6	6	3
1752	10— 6	20— 16	22— 18	14— 10	13— 10	9— 5	6— 3	6— 3	29	5
1753	12 - 9	19— 17	10— 7	10— 7	6— 4	8— 6	5— 4	7— 6	17	7
1754	17— 16	17— 16	9— 8	10— 7	4— 2	7— 5	5— 4	9— 9	11	2
1755	22— 19	23— 18	13— 8	10— 7	7— 4	7— 5	8— 6	10— 7	26	2
1756	9— 9	11— 10	13— 12	9— 7	3— 2	5— 6	7— 8	12— 13	2	2
1757	13— 14	19— 18	8— 7	6— 5	9— 8	6— 7	7— 9	10— 12	— 2	3
1758	15— 13	7— 5	8— 8	5— 5	6— 5	7— 6	9— 6	12— 9	12	3
	133—116	155—133	124—103	100— 79	77— 62	76— 65	67— 60	89— 81	122	46
Zusammen:										
	539—461	706—623	577—489	442—356	353—278	356—285	299—233	321—254	614	
Gesammte Unterschiede.										
	78	83	88	86	75	71	66	67	614	193
Berichtigung.										
	—12	—16	—21	—20	— 9	— 5	0	— 1	—84	—21
Berichtigte Unterschiede.										
	66	67	67	66	66	66	66	66	530	172

Der Wind war am 31. December 1758 NW.

Digitized by Google

Tafel IV.

Der Wind war am ersten Januar 1760 NW.

Im Winter.

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen.	Red. auf d. näml. Orte des Himm.	Sprünge.
1760	1	1	2	3	4	3	2	2	18	2	2
1761	3	5	5	3	3	1	1	3	24	4	3
1762	− 2	− 4	− 4	− 2	− 1	0	0	− 1	−14	6	5
1763	2	2	2	0	0	− 1	0	2	7	3	7
1764	1	0	− 1	− 1	− 0	1	3	2	5	5	8
1765	1	1	− 0	− 0	− 1	− 1	0	0	− 0	4	3
1766	5	3	3	2	1	3	3	4	24	4	7
1767	1	1	1	1	2	2	2	2	12	4	2
1768	2	2	2	1	1	0	0	2	10	6	1
1769	3	3	3	1	0	− 1	0	2	11	7	5
	17	14	13	8	9	7	11	18	97	—	43

Im Frühlinge.

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen.	Red. auf d. näml. Orte des Himm.	Sprünge.
1760	3	3	0	1	1	2	4	3	17	5	3
1761	2	4	4	3	2	1	1	1	18	6	5
1762	0	− 1	− 2	− 1	0	2	3	1	2	2	6
1763	1	1	1	1	3	4	4	4	19	7	9
1764	2	2	3	2	3	2	1	3	18	2	10
1765	1	2	2	2	1	1	1	1	11	3	2
1766	3	3	1	1	3	4	6	5	26	6	11
1767	0	− 1	0	0	0	0	− 1	0	− 2	2	3
1768	4	4	3	2	2	2	3	4	24	4	9
1769	0	0	0	− 2	0	1	1	2	2	6	9
	16	17	12	9	15	19	23	24	135		67

Im Sommer.

	S. SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Anzahl der Drehungen.	Red. auf d. näml. Orte des Himm.	Sprünge.
1760	4	3	3	3	3	3	4	4	27	7	3
1761	3	0	0	1	1	4	3	3	15	3	5
1762	— 1	— 3	— 1	1	1	2	0	— 1	— 12	6	4
1763	2	1	0	1	1	1	2	1	19	1	2
1764	— 2	— 2	— 2	— 2	1	1	1	1	— 4	0	7
1765	4	6	7	7	7	4	3	3	41	5	9
1766	3	4	4	4	4	2	2	3	26	6	5
1767	2	4	3	3	2	1	2	2	19	3	2
1768	1	3	5	4	2	1	— 1	0	15	3	7
1769	— 1	— 1	— 1	— 1	1	1	1	1	0	0	2
	15	15	18	21	23	20	17	17	146		46

Im Herbste.

	S. SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Anzahl der Drehungen.	Red. auf d. näml. Orte des Himm.	Sprünge.
1760	0	0	0	0	— 1	— 1	— 1	— 1	— 4	0	1
1761	4	4	4	3	3	3	4	4	29	5	2
1762	2	4	3	3	3	2	2	2	21	5	2
1763	3	6	3	2	2	0	2	3	21	1	7
1764	0	1	1	2	1	0	0	— 1	4	4	2
1765	— 2	1	0	1	2	— 1	0	— 1	0	4	5
1766	2	2	2	1	1	2	2	2	14	6	4
1767	— 1	— 1	— 1	0	1	1	1	— 1	— 1	3	1
1768	1	2	2	2	4	3	2	2	18	2	2
1769	5	4	3	4	3	4	4	4	31	7	4
	14	23	17	18	19	13	16	13	133		30

S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Red. auf d. näml. Orte des Himm.	Sprünge.
Gesammte Unterschiede.										
62	69	60	56	66	59	67	72	511		186
Berichtigung.										
—13	—20	—12	— 7	—17	—10	—18	—23	— 120		—30
Berichtigte Unterschiede.										
49	49	48	49	49	49	49	49	391		156

Der Wind war am 31. December 1769 West.

Tafel V.

	S.–SW.	SW.–W.	W.–NW.	NW.–N.	N.–NO.	NO.–O.	O.–SO.	SO.–S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
1729	37—23	40—28	37—27	25—16	30—17	31—18	34—21	39—23	106	x
1744	12— 9	14—11	13— 9	14—10	11— 6	11— 7	10— 7	7— 4	29	5
	13—11	17—15	17—18	15—17	11—14	6— 9	4— 3	5— 4	— 3	4
	10—10	20—20	12—13	10—10	6— 4	4— 2	5— 3	6— 4	7	4
	20—17	19—16	13—11	8— 7	4— 2	5— 3	8— 5	13— 9	20	3
1747	13— 8	16—11	9— 3	8— 2	8— 3	13— 8	13— 8	8— 4	41	3
	14—12	13—11	12—10	11—10	11—11	14—14	10—10	10— 9	8	7
	10— 7	21—18	12—10	10— 8	8— 6	10— 8	7— 4	5— 2	20	7
	14—11	19—16	17—13	13— 8	8— 3	10— 5	9— 5	8— 4	33	7

Digitized by Google

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Anzahl der Drehungen.	Anzahl der Sprünge.
Un- bek. Jahr.	18— 16	15— 14	6— 4	5— 3	2— 0	3— 1	10— 8	11— 9	15	3
	9— 9	8— 7	4— 4	3— 3	0— 0	0— 0	6— 6	5— 5	1	4
	17— 11	21— 15	25— 19	21— 16	13— 9	12— 8	11— 7	12— 7	40	4
	17— 10	21— 16	13— 9	7— 3	8— 4	18— 12	16— 9	13— 6	44	4
1759	14— 12	15— 14	4— 4	3— 3	0— 0	1— 1	9— 7	8— 6	7	5
	17— 12	25— 17	20— 15	10— 6	10— 6	5— 6	10— 8	12— 7	37	7
	13— 10	19— 16	20— 14	14— 9	11— 7	14— 10	9— 7	12— 9	30	7
	10— 7	16— 11	11— 7	8— 4	10— 5	11— 8	12— 9	10— 7	30	6

Zusammen:

268—195	319—256	245—190	185—135	151— 97	171—120	183—125	184—129	469	80+x

Gesammte Unterschiede.

73	63	55	50	54	51	58	65	469

(Schlufs im nächsten Heft.)

Digitized by Google

X. *Ueber die Einwirkung des Wassers auf Chlormetalle; von Heinr. Rose.*

Die wäſsrigen Auflösungen der meisten von den salzartigen Verbindungen, welche Berzelius Haloïdsalze nennt, und namentlich die der Chlormetalle, theilen in so vieler Hinsicht in dem Grade die Eigenschaften von den wäſsrigen Auflösungen entsprechender Sauerstoffsalze, daſs bekanntlich sehr viele Chemiker annehmen, die Chlormetalle können nicht unzersetzt im Wasser aufgelöst werden, sondern werden durch dasselbe in chlorwasserstoffsaure Oxyde verwandelt. Wenn auch bei den sehr flüchtigen Chlormetallen, oder bei denen, deren entsprechende Oxyde starke Säuren bilden, bei Behandlung mit Wasser eine solche Zersetzung angenommen werden muſs, so findet sie gewiſs nicht statt, wenn die Chlormetalle basischen Oxyden entsprechen. Berzelius hat sich stets gegen eine solche Wasserzersetzung bei der Auflösung der Chlormetalle ausgesprochen, und ich habe vor einiger Zeit versucht, mehrere Gründe aufzustellen, welche dieselbe höchst unwahrscheinlich machen [1]).

Durch neuere Versuche habe ich mich überzeugt, daſs die wässrigen Auflösungen mehrerer Chlormetalle nicht so vollkommen alle Eigenschaften der wässrigen Auflösungen der ihnen entsprechenden Sauerstoffsalze theilen, wie man es allgemein annimmt, und wie ich es selbst bisher geglaubt habe. Es gewinnt hierdurch die Ansicht, daſs die Chlormetalle, deren entsprechende Oxyde Basen und nicht Säuren bilden, bei ihrer Auflösung in Wasser nicht in chlorwasserstoffsaure Oxyde verwandelt werden, sondern sich als Chlormetalle in Wasser auflösen, sehr an Wahrscheinlichkeit.

Zu diesen Chlormetallen gehören besonders einige, deren Metalle man zu der Klasse von Metallen rechnete,

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 55, S. 533.

Digitized by Google

welche man edle nannte. Sie haben oft eine geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff, als zum Chlor, und ihre Chloride können in der That nicht immer Sauerstoff gegen Chlor austauschen, wenn man sie in Auflösungen mit gewissen Sauerstoffbasen behandelt. Vergleicht man die Auflösung der Chlorverbindungen dieser Metalle mit denen der schwefelsauren und salpetersauren Oxyde, so findet man, daſs aus letzteren häufig durch schwache Basen das Oxyd gefällt und abgeschieden werden kann, während diese auf Auflösungen der Chloride nicht zu wirken im Stande sind.

Am deutlichsten zeigen sich diese Eigenschaften bei den Verbindungen des *Quecksilbers*. Das Oxyd dieses Metalls ist eine so schwache Base, daſs selbst Wasser es aus seinen Verbindungen mit Sauerstoffsäuren fällen kann. Das Wasser tritt in diesen Fällen als Base auf und scheidet die schwächere Base, das Quecksilberoxyd theils als Oxyd, theils als basisches Salz aus. Das schwefelsaure Quecksilberoxyd wird bekanntlich durch Wasser in ein gelbes basisches Salz, den Mineralturpeth verwandelt, aber aus dem salpetersaurem Quecksilberoxyd scheidet heiſses und zu erneuten Malen angewandtes Wasser so vollkommen reines Quecksilberoxyd aus, daſs ich in demselben keine Spur von Salpetersäure zu entdecken im Stande war, eine Thatsache, die freilich mit den Aussagen von Kane nicht übereinstimmt, der dem salpetersauren Quecksilberoxyde durch mehrstündiges Kochen mit Wasser nicht alle Salpetersäure entziehen konnte.

Dahingegen wird das Quecksilberchlorid durch Wasser, und wenn dasselbe in jeglicher Quantität angewandt wird, bekanntlich nicht im mindesten zerlegt, auch nicht bei erhöhter Temperatur. Während daher die Sauerstoffsalze des Quecksilbers sich analog denen des Wismuths und Antimons verhalten, und schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Wasser zerlegt werden, zeigen die Chloride jener Metalle den bemerkenswerthen Unterschied, daſs nur die Chloride des Wismuths und des Antimons, nicht aber das

Digitized by Google

Chlorid des Quecksilbers eine Zersetzung durch Wasser erleiden. Ich habe aber schon vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, dafs Chlorwismuth und Chlorantimon zu den Chloriden gehören, die durch Wasser in Chlorwasserstoffsäure und in Oxyde verwandelt werden. Erst nachdem diefs geschehen, sondert eine zweite Menge von Wasser aus dem chlorwasserstoffsauren Oxyde letzteres als basisches Salz ab [1]).

So wie sich das Wasser verschieden gegen die Sauerstoffsalze des Quecksilbers und gegen das Chlorid desselben verhält, so zeigen andere schwache Basen gegen beide ein ähnliches verschiedenes Verhalten, während in dem Verhalten starker Basen gegen beide kein Unterschied bemerkt werden kann. Denn die Auflösung von Kalihydrat bringt in der Auflösung sowohl des Chlorids, als auch des salpetersauren und des schwefelsauren Oxyds, nachdem in letztern durch Salpetersäure und durch Schwefelsäure die Ausscheidung des Oxyds und des basischen Salzes verhindert worden ist, citronengelbe Fällungen von reinem Quecksilberoxyd hervor, und Auflösungen von kohlensaurem Kali und Natron erzeugen in allen rothbraune Niederschläge von basischen Salzen. Aber die Auflösungen von Bicarbonat von Kali und Natron verhalten sich dagegen ganz anders. Sie erzeugen in den salpetersauren und schwefelsauren Quecksilberoxydauflösungen sogleich, wenn sie im Uebermaafs hinzugesetzt werden, ähnliche rothbraune Fällungen, wie die Auflösungen des einfach kohlensauren Kalis und Natrons, aber in der Auflösung des Quecksilberchlorids zeigt sich kein Niederschlag, wenn die Auflösungen der Bicarbonate frisch bereitet worden sind, und dieselben ganz frei von jeder Beimengung einer Spur von Carbonat sind. Es bildet sich nur eine schwache weifsliche Trübung; dieselbe ist aber sehr unbedeutend. Durch Stehen erzeugt sich in dem Maafse, als die Auflösung der Bicarbonate sich zersetzt, und etwas Kohlensäure entweichen läfst, eine gröfsere oder geringere Menge eines rothbraunen

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 55, S 551.

Digitized by Google

Niederschlages von einem basischen Salze. Schnell geschieht diefs natürlich durch's Kochen, wodurch unter Kohlensäureentwicklung eine grofse Menge eines schmutzig rothbraunen Niederschlags bewirkt wird. Ist die Auflösung des Bicarbonats schon vor längerer Zeit bereitet worden, so giebt sie ebenfalls einen rothbraunen Niederschlag in der Quecksilberchloridauflösung. — Die Quecksilberchloridauflösung giebt daher ein vortreffliches Mittel ab, um kleine Spuren vom Carbonat in dem käuflichen Bicarbonat des Kalis und Natrons zu entdecken. Sehr häufig geben die frisch bereiteten Auflösungen derselben braunrothe Fällungen, wenn auch oft nur in geringer Menge, in einer Quecksilberchloridauflösung. Besonders ist diefs der Fall bei dem pulverförmigen Natronbicarbonat, welches aus England bezogen wird, und das nicht unbedeutende Mengen von Carbonat enthält.

Aehnlich den Bicarbonaten des Kalis und Natrons verhalten sich kohlensaure Baryterde und Kalkerde. Beide fällen aus der salpetersauren Quecksilberoxydauflösung sogleich in der Kälte rothbraune Niederschläge von ähnlicher Beschaffenheit, wie sie in derselben Auflösung durch die feuerbeständigen kohlensauren Alkalien hervorgebracht werden; in der schwefelsauren Quecksilberoxydauflösung, die eine grofse Menge von Schwefelsäure enthalten mufs, damit sie bei der Verdünnung mit Wasser kein basisches Salz fallen läfst, entsteht neben der bedeutenden Menge von schwefelsaurer Baryt- und Kalkerde eine gelbe Fällung von Mineralturpeth. Diese wird durch längeres Stehen, schneller durch Erhitzen braunroth; leichter wenn kohlensaure Baryterde, langsamer und schwieriger wenn kohlensaure Kalkerde angewandt worden ist. — In einer Quecksilberchloridauflösung hingegen fällen kohlensaure Baryt- und Kalkerde keinen rothbraunen Niederschlag. In der Kälte wird keine Veränderung bewirkt, und beim Kochen bildet sich nur an den Rändern des Gefäfses, wo eine höhere Temperatur statt findet, eine sehr unbedeutende röthlichbraune Färbung.

Digitized by Google

Dafs das Quecksilber mit dem Chlor im Quecksilberchlorid inniger verbunden ist, als dieses Metall mit Sauerstoff und Säuren in dem salpetersauren und schwefelsauren Oxyde geht besonders aus dem Verhalten der Auflösungen dieser Salze gegen schwefelsaures Eisenoxydul hervor. Eine Quecksilberchloridauflösung wird durch eine Auflösung dieses Salzes nicht verändert; es wird kein metallisches Quecksilber ausgeschieden, weder in der Kälte, noch beim Erhitzen. Durch langes Kochen beim Zutritt der Luft sondert sich endlich ein Eisenoxydhaltiger Niederschlag ab, wie aus reiner Eisenvitriolauflösung. Aber aus einer salpetersauren- und schwefelsauren Quecksilberoxydauflösung wird schon in der Kälte durch Eisenvitriol alles Quecksilber ausgeschieden, so dafs nichts von demselben aufgelöst bleibt. Die Quecksilberchloridauflösung enthält daher wohl kein chlorwasserstoffsaures Oxyd, welches letztere durch Eisenvitriol reducirt werden würde.

Die gröfsere Verwandtschaft des Quecksilbers zum Chlor als zum Sauerstoff ergiebt sich endlich auch aus dem Umstande, dafs selbst die stärksten Sauerstoffsäuren, wie Salpetersäure und sogar Schwefelsäure im concentrirten Zustande weder in der Kälte, noch auch durch langes Kochen das Quecksilberchlorid zersetzen, und dasselbe in ein Sauerstoffsalz verwandeln können.

Die Quecksilberoxydulsalze können mit dem Quecksilberchlorür, wegen der Unlöslichkeit des letzteren, nicht auf ähnliche Weise verglichen werden, wie die Quecksilberoxydsalze mit dem Quecksilberchlorid. Aber dafs auch im Chlorür das Quecksilber fester mit dem Chlor verbunden ist, als in den Salzen das Metall mit Sauerstoff und Säuren, geht daraus hervor, dafs Eisenvitriol das frisch gefällte, feuchte Quecksilberchlorür nicht zu zersetzen im Stande ist; es wird weder in der Kälte noch durch's Erhitzen Quecksilber abgeschieden, während aus einer salpetersauren Quecksilberoxydulauflösung sogleich das Quecksilber metallisch durch eine Eisenvitriolauflösung gefällt wird. — Eine Auflösung von Eisenchlorür bringt daher in einer Auflösung des

Digitized by Google

salpetersauren Quecksilberoxyduls nur eine Fällung von Quecksilberchlorür hervor, die durch kein Uebermaafs des Eisenchlorürs zersetzt wird.

Das Quecksilberchlorür wird ferner durch kohlensaure Baryt- und Kalkerde auf nassem Wege, selbst durch's Erhitzen nicht zersetzt, so wie auch nicht durch die Bicarbonate der feuerbeständigen Alkalien, während diese Reagentien die salpetersaure Quecksilberoxydulauflösung leicht zerlegen.

Bei dem Chloride und den Sauerstoffsalzen des *Silbers* findet etwas Aehnliches statt. Chlorsilber, frisch gefällt und feucht, wird durch Eisenvitriol nicht zerlegt, während bekanntlich der ganze Silbergehalt aus der Auflösung des salpetersauren Oxyds durch jenes Salz gefällt werden kann. Wird eine salpetersaure Silberoxydauflösung mit einer Auflösung von Eisenchlorür vermischt, so scheidet sich nur Chlorsilber, nicht metallisches Silber aus.

Auch Auflösungen von kohlensauren Alkalien zerlegen das frisch gefällte Chlorsilber nicht in der Kälte, und nur höchst unbedeutend beim Erhitzen. Nur eine Auflösung von Kalihydrat kann erst, besonders beim Erhitzen, eine Zersetzung des Chlorsilbers bewirken. — Bekanntlich wird eine salpetersaure Silberoxydauflösung vollständig durch kohlensaure Alkalien zerlegt, während freilich, da das Silberoxyd zu den stärksten Basen gehört, kohlensaure Baryterde dieselbe, selbst nicht beim Erhitzen verändern kann.

Das *Palladium* zeigt ein ähnliches Verhalten. In der Auflösung des Palladiumchlorürs bewirkt Eisenvitriol keine Ausscheidung von metallischem Palladium, wohl aber in der Auflösung des salpetersauren Palladiumoxyduls. Das Metall wird im letztern Falle freilich nicht sogleich, aber nach einiger Zeit als eine glänzende metallische Haut, welche die Wände des Gefäfses und die Oberfläche der Flüssigkeit bedeckt, gefällt. — Kohlensaure Baryterde fällt aus einer Auflösung von Palladiumchlorür kein Palladiumoxydul, wohl aber aus der salpetersauren Oxydulauflösung, und zwar schon in der Kälte.

Digitized by Google

Auch beim *Platin* zeigen sich ähnliche Erscheinungen. Kohlensaure Baryterde fällt aus der Auflösung des Platinchlorids kein Platinoxyd weder in der Kälte noch durch's Erhitzen. In den Auflösungen des schwefelsauren und des salpetersauren Platinoxyds wird durch kohlensaure Baryterde zwar in der Kälte kein Platinoxyd gefällt, wohl aber durch's längere Kochen, und das Platinoxyd wird dadurch vollkommen abgeschieden. — Das schwefelsaure Platinoxyd wurde zu diesen Versuchen nach Berzelius Vorschrift durch Behandlung des Platinchlorids mit Schwefelsäure, und Abdampfung bis zur Trocknifs erhalten. Das salpetersaure Platinoxyd stellte ich aus der Auflösung des schwefelsauren Salzes dar, indem ich dieselbe mit einer Auflösung von salpetersaurer Baryterde zersetzte.

Eisenvitriolauflösung bringt in der Platinchloridauflösung keine Veränderung hervor, auch selbst nicht nach langer Zeit. Dasselbe ist auch der Fall bei der schwefelsauren und salpetersauren Platinoxydauflösung; jedoch habe ich in dieser bisweilen, aber nur durch sehr langes Stehen vermittelst einer Eisenvitriolauflösung eine Reduction und zwar eine vollständige des Platins bewirken können. Das Metall schied sich in diesen Fällen als eine metallische Haut ab, welche die Wände des Gefäfses bekleidete, und als feine Schuppen erhalten werden konnte.

Durch Chenevix's Versuche ist das merkwürdige Verhalten einer Platinchloridauflösung, wenn sie mit einer Quecksilberoxydauflösung gemischt worden ist, gegen Eisenvitriol bekannt. Es ist in der That eine sonderbare Erscheinung, dafs eine Quecksilberchlorid- und eine Platinchloridauflösung, jede für sich, nicht durch Eisenvitriol verändert werden, wohl aber gemischt. Die Reduction der Metalle erfolgt selten schnell, sondern erst nach längerer Zeit; nur wenn das Platinchlorid etwas Chlorür enthält, erhält man schnell einen Niederschlag. Aber in den meisten Fällen erfolgt die Reduction erst nach längerer Zeit, und geschieht auf ähnliche Weise, wie das Palladium aus seiner salpetersauren Oxydulauflösung durch Eisenvitriol aus-

Digitized by Google

geschieden wird. Die Wände der Gefäfse bekleiden sich mit einer metallischen Haut, und die Erzeugung derselben wird nicht beschleunigt, wenn die Flüssigkeiten erhitzt, oder dem Sonnenlichte ausgesetzt werden. Auch wenn statt der Platinchloridauflösung eine Auflösung von schwefelsaurem Platinoxyd angewandt wird, ist der Erfolg derselbe; aber auch in diesem Falle erfolgt die Reduction erst nach längerer Zeit. — Eine salpetersaure Quecksilberoxydauflösung mit Platinchlorid vermischt, wird auch durch Eisenvitriol reducirt; die Reduction scheint sogar in diesem Falle etwas schneller statt zu finden. Wendet man statt derselben eine salpetersaure Quecksilberoxydulauflösung an, so erhält man sogleich einen braunen Niederschlag, der später schwarz wird.

Dieses sonderbare Verhalten des Eisenvitriols zu einer Auflösung von Platinchlorid, zu welcher Quecksilberchlorid hinzugefügt worden ist, gegen welche Mischung derselbe sich ganz anders verhält, wie gegen beide Auflösungen im ungemischten Zustande, ist wohl die erste Veranlassung gewesen zu einem der merkwürdigsten Irrthümer, der im Anfange dieses Jahrhunderts das chemische Publicum im hohen Grade interessirte. Ich meine den hinsichtlich der Zusammensetzbarkeit des Palladiums.

Chenevix hatte gefunden, dafs aus einer salpetersauren Palladiumoxydulauflösung das Metall durch Eisenvitriol sich reducire, und zwar unter ganz ähnlichen Erscheinungen, wie diefs in einer gemischten Platin- und Quecksilberchloridauflösung geschieht. Er schrieb die ähnlichen Veränderungen *einer* Ursache zu. Das durch Eisenvitriol aus der gemischten Chloridauflösung reducirte Metall zeigte in einigen seltenen Fällen nach dem heftigen Glühen eine entfernte Aehnlichkeit hinsichtlich der Schmelzbarkeit und des specifischen Gewichts mit dem Palladium, und er glaubte sich daher berechtigt, dasselbe aus Quecksilber und Platin zusammengesetzt anzunehmen; aber er selbst giebt zu, dafs unter tausend Versuchen nur vier mit einem glücklichen Erfolge gekrönt waren. Er hatte bei diesen Schmelzungen,

Digitized by Google

die gewöhnlich in Kohlentiegeln angestellt wurden, sich bisweilen eines Zusatzes von Borax bedient, den er bei diesen Versuchen für ganz indifferent hielt. Es hatte sich hierbei, wie C. Descotils gezeigt hat, Borplatin gebildet, das einige entfernte Aehnlichkeit mit dem Palladium haben konnte.

XI. *Notizen.*

1. *Feuersbrünste durch Meteore.* — Den Berichten mehrer Augenzeugen zufolge, deren Aussagen Hr. Giroux in den *Compt. rend. T. XXII. p.* 342 u. 427 zusammengestellt hat, ist am 16. Januar d. J. zu La Chaux, bei Chalons-sur-Saône, ein mit Stroh gedeckter Holzschoppen (*bâtiment d'hébergeage*) durch ein Meteor in Brand gesetzt worden. Dasselbe erschien in Gestalt einer blendend leuchtenden Feuerkugel, welche, in Richtung von Norden nach Süden, von dem nur mit leichten Dünsten bezogenen, im Ganzen aber heiteren Himmel, wie eine Sternschnuppe herunterschofs und einen langen stillstehenden Lichtstreif hinter sich liefs. Ein Augenzeuge will diesen Lichtstreif noch nach zwei Stunden gesehen haben; ein anderer vergleicht ihn mit einem Kometenschweif und giebt ihm eine Länge von 10 bis 12 Grad, bei einer Höhe von 60 bis 70 Grad über dem Horizont; noch ein anderer, der Arzt Curé, läugnet das Daseyn dieses Lichtstreifens ganz und meint, was man dafür genommen, sey nur der Wiederschein der Feuersbrunst in den Nebeln gewesen, was indefs Hr. Giroux bestreitet. Einer spricht von einer Detonation, ein Anderer aber, den Hr. G. für sehr glaubwürdig hält, behauptet, dafs weder eine Detonation gehört, noch ein Schwefelgeruch verspürt worden sey.

In einer der folgenden Nummern der *Compt. rend.* (p. 739 desselben Bandes) berichtet Hr. Petit, dafs am 22. März, d. h. 3 Uhr Nachmittags, ein ähnliches Ereignifs in der Gemeinde Saint-Paul, unfern Bagnères de Luchon, stattgefunden habe. Nach dem Journal von St. Gaudens soll das Meteor die Gestalt einer Lichtgarbe gehabt haben, die mit

grofser Schnelligkeit und einem ziemlich intensiven Geräusch auf das durch dasselbe angezündete Gebäude herabfiel.

2. *Ueber den Geruch bei Blitzschlägen.* — In der Nacht vom 4. auf den 5. Mai d. J. wurde auf dem Wege von Wörth nach Reichshofen ein Birnbaum von einem Blitzstrahl getroffen. Hr. Boussingault beschreibt die Wirkungen desselben in einem Briefe an Hrn. Arago (*Compt. rend. T. XXIII. p.* 919) und setzt dann hinzu:

Dieser Blitzschlag hatte nichts Ungewöhnliches und ich würde Anstand genommen haben von ihm zu reden, wenn nicht folgender Umstand dabei gewesen wäre. Das Feuer wurde um 4 Uhr Morgens von einem Manne entdeckt, der dem Eigner des Baumes die Neuigkeit mit der Versicherung überbrachte, dafs der Baum einen unerträglichen Schwefelgeruch aushauche. Alle, welche den Baum, nachdem er zu brennen aufgehört hatte, besuchten, stimmten darin überein, einen Schwefelgeruch zu erkennen. Die Person, welche mich begleitete, theilte und theilt noch diese Meinung; defsungeachtet kann ich versichern, dafs der sehr durchdringende Geruch, den die verkohlten Theile des Birnbaums, als ich ihn untersuchte, aushauchten, keineswegs schweflig war. Der Geruch erinnerte genau an den, welchen man in Fabriken verspürt, wo Essig durch Destillation von Holz bereitet wird; es war diefs gar nicht zu verkennen.

Ich habe, wie Sie wissen, oft mit dem Blitz zu schaffen gehabt. Ein Neger wurde an meiner Seite getödtet; das Haus, welches ich in Zupia bewohnte, wurde bei einem Gewitter eingeäschert; sieben Male sahe ich es in meiner Nähe in Bäumen einschlagen; in Europa schlug der Blitz in mein Zimmer. Ist es nicht erstaunlich, dafs ich, so oft unter den günstigsten Umständen zum Beobachten, niemals den Geruch nach schwefliger Säure wahrnehmen konnte? Ich glaube, man ist zu allgemein geneigt alle durchdringenden widerlichen Gerüche, die sich nothwendig jedesmal entwickeln müssen, wenn ein organischer Körper der bei dem Durchgang der Elektricität erzeugten intensiven Hitze ausgesetzt wird, für schweflige Dünste zu halten.

Digitized by Google

1846. ANNALEN №. 8.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND LXVIII.

I. *Beiträge zur Physiologie des Gehör- und Gesichtssinnes; von August Seebeck.*

A. Ueber die fragliche Combination des rechten und linken Eindrucks beim Gehör- und Gesichtssinne.

Die Stöfse oder Schwebungen zweier nicht genau im Einklange stehenden Stimmgabeln können auch dann wahrgenommen werden, wenn man die eine dicht vor das rechte, die andere dicht vor das linke Ohr hält. Dove, welcher diesen Versuch im Repert. der Physik, Bd. III, S. 404, anführt, läfst die Wahl zwischen zwei Erklärungen. Nach der einen würden jedem Ohre nur die Schwingungen der ihm genäherten Gabel mitgetheilt, und es würden die Schwebungen aus der Combination dieser beiden Nerveneindrücke entspringen. Nach der anderen hingegen würden die Schwingungen jeder Gabel sich zwar hauptsächlich dem näheren Ohre mittheilen, aber durch die festen Kopftheile sich auch an das entferntere fortpflanzen, so dafs in jedem Ohre beide Wellenzüge sich begegnen und mit einander interferiren würden.

Die erste Annahme würde vielleicht auf eine Interferenz der beiderlei Wellen an dem gemeinsamen Ursprungsorte der beiden Gehörsnerven zurückzuführen seyn, in jedem Falle aber auf eine bestimmte Sympathie dieser Nerven schliefsen lassen, in solcher Weise, dafs ein Eindruck auf das rechte Ohr die Stelle eines Eindrucks auf das linke verträte. Es würde aber dann weiter die Frage entstehen: Vertreten sich die *entgegengesetzten* Schwingungen beider Trommelfelle, wo beide zugleich nach innen und zugleich nach aufsen gehen, oder die *gleichgerichteten*, wo beide zugleich nach Rechts und zugleich nach Links gehen? Im einen Falle würden die Schwingungen der Stimmgabeln dann

stark gehört werden, wenn beide zugleich gegen das Ohr und von demselben schwingen, und schwach, wenn sie zugleich nach Rechts und zugleich nach Links schwingen, im anderen würde diefs gerade umgekehrt seyn.

Es können also drei Annahmen unterschieden werden, zwischen welchen die Wahl bleibt, nämlich:

I. Die beiden Gehörnerven sympathisiren so, dafs die entgegengesetzten Schwingungen beider Trommelfelle einander vertreten können; oder

II. so, dafs die gleichgerichteten Schwingungen einander vertreten; oder

III. es findet eine solche Sympathie nicht statt, wohl aber eine merkliche Mittheilung der Schwingungen von einem Ohr zum andern.

Da ich, behufs der Beleuchtung gewisser Zurückwerfungsversuche von N. Savart[1]) die Gewifsheit zu haben wünschte, welche von diesen drei Annahmen die richtige sey, so habe ich einen Versuch mit einer Doppelsirene angestellt, welcher bei jeder derselben einen verschiedenen Erfolg haben mufste, und daher die Wahl zwischen denselben zu entscheiden geeignet ist.

Um eine gemeinsame Axe drehen sich zwei ganz gleiche Löcherscheiben. Ihr Durchmesser beträgt $1\frac{1}{2}$ Fufs, ihre Entfernung von einander etwas über 1 Fufs, so dafs es möglich ist, den Kopf zwischen beide zu halten, und die Luftstöfse der einen in das rechte, die der anderen in das linke Ohr zu führen. Von einem Gebläse kann mittelst Tasten der Wind in drei enge Röhren, *A*, *B* und *C* geleitet werden. Die Röhre *A* ist von aufsen her gegen die Löcher der linken Scheibe geführt, so dafs sie ihre Luftstöfse in das linke Ohr ergiefst; die Röhren *B* und *C* blasen eben so durch die andere Scheibe in das rechte Ohr, und stehen so, dafs die Eindrücke von *A* und *B* genau gleichzeitig, dagegen die von *C* genau in die Mitte zwischen jene treffen. Bläst man also *A* und *B* an, so sind die Eindrücke in beiden Ohren entgegengesetzt und gleich-

1) S. die nachfolgende Abhandlung.

Digitized by Google

zeitig, bläst man *A* und *C* an, so sind sie entgegengesetzt und abwechselnd, und der Erfolg muſs in diesen beiden Fällen verschieden seyn, je nachdem die eine oder die andere der obigen drei Annahmen die richtige ist. Nämlich:

I. Nach der ersten Annahme müssen sich die gegen beide Ohren geführten Eindrücke wesentlich eben so verhalten, als ob sie gegen eines gerichtet wären, und daher muſs der Ton verstärkt werden, sobald man *B* zu *A* hinzunimmt, dagegen in die Octaven übergehen, wenn man mit *C* und *A* bläst. Das Erstere ist in der That der Fall, nur unterscheidet man deutlich, daſs die Verstärkung das eine Ohr trifft. Das letztere dagegen ist nicht der Fall; das Uebergehen in die Octave, das man natürlich beim Anblasen der beiden rechten Röhren *B* und *C* sehr deutlich hört [1]), ist bei *A* und *C* nicht zu bemerken.

II. Ist die zweite Annahme richtig, so muſs der Ton bei *A* und *B* schwächer seyn, als bei *A* allein, dagegen bei *A* und *C* nicht nur stärker seyn, sondern hauptsächlich jene Veränderung in der Art des Tones zeigen, welche von dem Ausfallen der geraden Cosinusglieder in der einen Sireneton darstellenden Reihe herrührt [2]). Das Erstere ist nicht der Fall, der Ton wird vielmehr, wie vorhin erwähnt ist, stärker, wenn man *B* zu *A* hinzunimmt. Auch die Veränderung des Klanges bei *A* und *C* ist nicht zu bemerken.

III. Nach der dritten Annahme muſs es fast einerlei seyn, ob man *A* und *B* oder *A* und *C* anbläst. In beiden Fällen muſs der Ton stärker erscheinen, als bei *A* allein, jedoch so, daſs man empfindet, es komme die Verstärkung von dem einen (rechten) Ohre; in beiden Fällen kann eine Veränderung in der Art des Tones nur in sehr geringem Grade eintreten. Dieſs ist es nun in der That, was der Versuch giebt, und ich habe keinen merklichen Unterschied beobachten können, es mochte *A* und *B* oder *A* und *C*

1) Vergl. diese Annalen, Bd. 53, S. 425.

2) Ebendas. Bd. 60, S. 465.

Digitized by Google

angeblasen werden. Ich halte hiernach die Richtigkeit der letzten Annahme für entschieden.

Eine vollkommene Gleichheit der beiden Wirkungen, wenn entweder *A* mit *B* oder *A* mit *C* genommen wird, würde allerdings nur dann zu erwarten seyn, wenn die Wellen, die das eine Ohr treffen, sich dem andern gar nicht mittheilten. Wenn man aber erwägt, dafs die secundären Eindrücke, welche ein Ohr von der ihm entfernter stehenden Sirene empfängt, erstens beträchtlich schwächer seyn müssen, als die directen von der nahen Sirene, dafs sie zweitens weder genau mit diesen zusammen, noch in die Mitte derselben fallen, und dafs sie endlich auch wegen der verschiedenen Weglängen, auf denen sie zu dem entfernteren Ohre durch und um den Kopf gelangen, nicht so scharf markirt seyn können, als die directen [1]), so begreift man leicht, dafs ihre Interferenz mit diesen letzteren nur von geringem Erfolge seyn kann, und der Beobachtung leicht ganz entgeht.

Bei dem Versuche mit den Stimmgabeln ist diefs in sofern ganz anders, als hier die Schwingungen von der Form $a \sin(\Theta + \tau)$ sind, und die verschiedenen Wellentheile, welche nach ungleichen Wegen zusammentreffen, immer wieder dieselbe Form $a_{,} \sin(\Theta + \tau_{,})$ erzeugen [2]). Auch wird bei den Stimmgabeln der Gangunterschied der secundären und directen Wellen dadurch kleiner, dafs hier die Fortpflanzung der ersteren durch die Luft vernachlässigt werden kann, und nur die viel schnellere durch die festen Kopftheile übrig bleibt.

In diesem geringen Gangunterschiede liegt auch der Grund, warum bei dem angegebenen Stimmgabelversuche der letzten Erklärung zufolge die Schwebungen des rechten Ohrs mit denen des linken beinahe zusammenfallen müs-

1) Wenn man sich die Luftstöfse der Sirene graphisch als einzeln stehende Wellenberge dargestellt denkt, so werden die zum entfernteren Ohre gelangenden secundären Stöfse nicht nur viel niedriger, sondern auch breiter.

2) Vergl. diese Annalen, Bd. 53, S. 433.

Digitized by Google

sen, und daher in der That nicht getrennt wahrgenommen werden. Denn man überzeugt sich leicht, dafs die Schwebungen des einen Ohrs in die Mitte zwischen die des anderen fallen würden, wenn der Abstand beider Labyrinthe von einander $\frac{1}{4}$ Wellenlänge betrüge, — natürlich für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Knochensubstanz berechnet — und dafs sie fast zusammenfallen müssen, wenn jener Abstand nur ein kleiner Theil dieser Länge ist.

Es versteht sich übrigens, dafs der nunmehr angenommenen Erklärung zufolge die Schwebungen der beiden Stimmgabeln, wenn sie vor beide Ohren gehalten werden, schwächer erwartet werden müssen, als wenn man beide dicht vor ein Ohr hält. So verhält sich's aber auch in der That, denn man hört im ersten Falle die Schwebungen nur eben so, wie man sie mit einem Ohre dann findet, wenn beide Gabeln ihm ungleich genähert sind, die eine ganz nahe, die andere ein Paar Zoll weiter weg.

Indem sonach von den oben unterschiedenen drei Annahmen die beiden ersten durch die Sireneversuche ausgeschlossen werden, dagegen die dritte nicht nur durch diese Versuche bestätigt wird, sondern auch für die Erklärung des mehrerwähnten Stimmgabelversuchs vollkommen hinreicht, so darf mit genügender Sicherheit angenommen werden, dafs eine Combination und Stellvertretung der den beiden Gehörsnerven ertheilten Eindrücke nicht stattfindet, wohl aber in einem gewissen Grade eine Mittheilung der Schwingungen von einem Ohre zum andern.

Hiermit steht in Uebereinstimmung, dafs auch in anderen Fällen die Eindrücke des rechten und linken Ohrs sehr wohl von uns unterschieden werden. Wenn z. B. eine $\bar{a}$-Gabel vor das eine und eine $\bar{\bar{c}}$-Gabel vor das andere Ohr gehalten wird, so wird man nie zweifelhaft seyn, welches Ohr $\bar{a}$ und welches $\bar{\bar{c}}$ hört. Eben so unterscheidet man auch bei gleicher Tonhöhe leicht, welches von beiden Ohren einen stärkeren Ton empfängt, und es dient uns diefs bekanntlich als Hülfsmittel zur Unterscheidung der Richtung des Schalls.

Digitized by Google

Ganz anders ist diefs beim Gesichtssinne. Wenn ein Licht so steht, dafs es blofs in *ein* Auge scheinen kann, so empfinden wir nicht, ob wir es mit dem rechten oder mit dem linken Auge, oder mit beiden sehen, und überzeugen uns davon erst, wenn wir jedes einzeln schliefsen. Wie sich hierin eine Stellvertretung der beiden Gesichtseindrücke zeigt, so ist es mir auch nicht zweifelhaft, dafs bei einer ungleichen Erregung beider Augen die beiden Eindrücke combinirt werden. Wenn daher der geistreiche Physiker, dessen ich im Eingange gedachte, dem Gesichtssinne die Fähigkeit, beide Eindrücke zu combiniren, abspricht, dagegen dem Gehörssinne eine solche Fähigkeit zuzuschreiben geneigt ist, so bin ich gerade der umgekehrten Ansicht, und habe diefs noch für den Gesichtssinn zu rechtfertigen, da man hier öfters Angaben entgegengesetzter Art findet.

Es wird vielfach angegeben, dafs, wenn von zwei verschieden gefärbten Gläsern das eine vor das rechte, das andere vor das linke Auge gehalten wird, man nicht die Mischungsfarbe aus beiden sehe, sondern, vermöge eines sogenannten Wettstreits in der Thätigkeit beider Augen, bald die eine, bald die andere erblicke, oder auch fleckig beide neben einander. Auch mir erscheint bei diesem Versuche bald die eine, bald die andere Farbe überwiegender, immer aber finde ich, wenn ich plötzlich das eine oder das andere Auge schliefse, dafs die mit beiden gesehene Farbe eine Mischungsfarbe war.

Diefs ist natürlich dann besonders auffallend, wenn man ziemlich tief gefärbte Gläser nimmt, aber diese so aussucht, dafs nicht eine Farbe sehr viel stärker als die andere ist, vielmehr beide Gläser übereinandergelegt eine charakteristisch unterschiedene Mittelfarbe zeigen. Das Resultat dieses Versuchs ist für mein Auge so wenig zweifelhaft und mit den Beschreibungen einiger Beobachter so gut übereinstimmend, dafs ich vermuthe, es werde sich wesentlich dasselbe bei allen Personen zeigen, wenn man nur durch schnelles Schliefsen eines Auges die Mittelfarbe mit ihren Bestandtheilen abwechseln läfst. Immer aber sieht man hier

Digitized by Google

die drei Farben nur *nach* einander. Viel entschiedener wird der Erfolg, wenn man sie *neben* einander bringt, was auf folgende Weise geschehen kann.

Legt man auf die rechte Seite eines Stereoskops von unten herauf, bis über die Mitte des Gesichtsfeldes blaues Papier, von da aufwärts rothes, auf die linke umgekehrt von unten bis über die Mitte Roth, darüber Blau, am besten die Papiere so grofs, dafs man aufser den Farben keine anderen Gegenstände in den Spiegeln sieht — so zeigt das Instrument dem Beschauer einen Lilastreifen zwischen Blau und Roth, begreiflich, weil in der Mitte Blau des einen Auges mit Roth des anderen, dagegen rechts Blau mit Blau und links Roth mit Roth zur Deckung kommt. Der Versuch läfst hier, wo neben der Mischungsfarbe ihre beiden Bestandtheile stehen, nicht den mindesten Zweifel. Wenn die Convergenz der Augenaxen schwankt, so wird dadurch der Lilastreifen breiter oder schmäler, das Hauptkennzeichen, woran sich dem Kundigen die subjective Natur der Mischungsfarbe bemerklich macht. Fleckig erscheint die Farbe dieses Streifens nur dann, wenn eine der Flächen ungleichmäfsig beleuchtet ist, wie sich diefs von selbst versteht; aufserdem ist sie sowohl mir als anderen Personen, die ich in das Instrument sehen liefs, gleichmäfsig erschienen. Zuweilen, wenn der Streifen ziemlich breit wird, erscheint er nach der Seite des Blau etwas röthlicher, und nach der Seite des Roth etwas bläulicher; doch schien mir diefs nicht sowohl an einer mangelhaften Vermischung beider Eindrücke, als vielmehr daran zu liegen, dafs dann der Spiegel dem einzelnen Auge eine Fläche zeigt, deren Licht sich nach der einen Seite hin etwas abschwächt.

Es versteht sich, dafs dieser Versuch mit jedem Farbenpaare den gleichen Erfolg zeigt; nur mufs man nicht erwarten, aus einem lebhaften Gelb und einem gesättigten Blau ein schönes Grün zu erhalten, da das Gelb als eine sehr lichtvolle Farbe hier gerade so überwiegt, wie wenn man es auf dem Kreisel zu gleichen Theilen mit Blau vermischt.

Digitized by Google

Man kann diesen Versuch sowohl mit Papieren als mit farbigen Gläsern mehrfach abändern, doch ist es nicht nöthig andere Modificationen anzugeben, da er in der hier beschriebenen Weise vollkommen geeignet ist, auch mit solchen Personen angestellt zu werden, welche weder die Frage, um die es sich handelt, noch das Mittel kennen, durch welches hier die beabsichtigte Wirkung erreicht wird, und daher, frei von jeder vorgefafsten Meinung, einfach angeben, was sie sehen. Der Erfolg war bei mehreren Personen, mit denen ich ihn angestellt habe, stets der nämliche.

Wheatstone giebt an, dafs das Stereoskop keine Vermischung zweier Farben, sondern die eine oder die andere zeige. Ich kann kaum glauben, dafs ihm diefs noch so erscheinen sollte, wenn der Versuch in der hier angegebenen Weise angestellt wird. So weit meine Erfahrung reicht, erscheint hier sogar jener Wettstreit beider Augen so unbedeutend, dafs er, wenn man nicht sehr grelle Farben nimmt, leicht ganz übersehen wird, begreiflich weil im Contraste zu den reinen Bestandtheilsfarben es natürlich weniger auffällt, wenn die Mischungsfarbe sich bald der einen, bald der anderen zuneigt. Es verleitet dieser Versuch eben so leicht jenen Wettstreit zu gering anzuschlagen, als der zuvor erwähnte mit zwei Gläsern eine Ueberschätzung desselben veranlafst.

Folgender Versuch ist geeignet einen richtigeren Maafsstab für die Stärke desselben zu geben. Man theile das rechte Blatt des Stereoskops schachbrettartig in zwei blaue und zwei rothe Felder, eben so das linke, und lege beide Blätter so, dafs in zwei gegenüberliegenden Ecken Roth mit Roth, in den beiden anderen Blau mit Blau, in dem mittleren Streifen aber Blau mit Roth zur Deckung kommt, so besteht die eine (obere) Hälfte dieses Streifens aus Roth des einen und Blau des anderen Auges, die andere umgekehrt aus Blau des ersteren und Roth des letzteren Auges. Sind nun beide Blätter gleich stark beleuchtet, so sieht man diese beiden Hälften zwar immer Lila, aber nicht immer in gleicher Farbe, sondern

Digitized by Google

bald die eine, bald die andere mehr nach dem Roth oder dem Blau neigend. Dieser Versuch beweist zugleich, dafs dieser Wechsel wirklich in einer ungleichen Thätigkeit beider Augen, und nicht etwa, einer anderen Hypothese zufolge, in einer wechselnden Empfindlichkeit des Sensoriums für die eine oder andere Farbe besteht. Uebrigens ist es sehr glaublich, dafs dieser Wettstreit bei verschiedenen Personen, und auch wohl an demselben Individuum bei verschiedener Reizbarkeit der Augen in ungleichem Grade stattfindet.

Eben so finde ich auch, dafs die beiden Augen nicht nur Farben, sondern auch wohl verschiedene Formen combiniren. Wenn im Stereoskop zwei Schriftzüge angebracht sind, der eine rechts, der andere links, so sehe ich nicht, wie Wheatstone, bald den einen durch den andern, bald diesen durch jenen verdrängt, sondern immer beide zugleich, nur bei dem unwillkührlichen Schwanken der Augenaxen bald auf, bald neben einander. Lege ich auf eine Seite ein weifses Blatt mit einem diagonalen Strich, welcher durch das ganze Gesichtsfeld geht, und auf die andere Seite ein gleiches Blatt mit einem Strich nach der anderen Diagonale, so zeigt das Instrument mir und mehreren anderen Personen, mit denen ich den Versuch angestellt habe, beide Linien sich kreuzend, eben so oder fast eben so, wie wenn beide auf ein Blatt gezeichnet sind, und nur an der ungleichen und etwas veränderlichen Intensität beider Striche, besonders im Durchschnittspunkte, oder, bei schwankenden Sehaxen, an der Verschiebung des Durchschnittspunktes gegen die kleinen Unebenheiten des Papiers unterscheide ich die combinirte Figur von der auf ein Blatt gezeichneten. Bei Anwendung eines horizontalen und eines verticalen Strichs scheint mir der Wechsel beider Intensitäten auffallender.

Aus dem Angeführten geht hervor, dafs die Eindrücke beider Augen zwar von ungleicher und wechselnder Lebhaftigkeit sind, immer aber — so weit meine Erfahrung reicht — beide zugleich vorhanden sind, und stets zu ei-

Digitized by Google

nem ihrer Energie entsprechenden gemeinsamen Eindrucke combinirt werden.

B. **Ueber die Einrichtung, vermöge deren das Gehör sehr verschiedene Tonhöhen wahrzunehmen fähig ist.**

Die Leichtigkeit, mit welcher Membranen durch die Wellen eines Tones mit in Schwingung versetzt werden, hat auf die Ansicht geführt, dafs das Trommelfell die Bestimmung habe, die Schallwellen vermöge dieser Eigenschaft in sich aufzunehmen und an die inneren Gehörstheile zu übertragen. Bei dieser ganz naturgemäfsen Ansicht zeigt sich jedoch eine Schwierigkeit in folgendem Umstande.

Eine kleine, nicht zu schwach gespannte Membran, welche beim Anschlagen einen ziemlich klaren Ton giebt, wird zwar durch den Einklang dieses Tones in äufserst lebhaftes Mitschwingen versetzt, aber diefs wird sogleich sehr merklich schwächer, wenn man den erregenden Ton nur wenig, z. B. um $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{4}$ Ton, abändert, und verschwindet bei stärkerer Abänderung sehr bald ganz. Nur bei den Tönen der harmonischen Unterreihe (bei 2, 3, 4 Mal langsameren Schwingungen) pflegt die Bewegung der Membran wieder hervorzutreten, jedoch tönt sie dann nicht diesen tieferen, sondern ihren eigenen Ton. Wendet man nun diefs auf das Trommelfell an, so müfste man erwarten, dafs unser Ohr einen bestimmten Ton sehr stark, und die Töne von da auf- und abwärts in so schnell abnehmender Stärke hören müsse, dafs wir statt eines Umfangs von wenigstens 11 Octaven nur eine ganz kleine Scala haben würden. Zwar zeigen sich grofse und schwach gespannte Membranen für viele verschiedene Töne, ja, von einer mäfsigen Tiefe aufwärts, für alle Abstufungen der Höhe mehr oder weniger empfindlich, weil unter den verschiedenen höheren Tönen, welche die Membran selbst je nach der Zahl und Lage der Knotenlinien geben kann, sich immer einer oder der andere findet, welcher dem erregenden mehr oder weniger nahe kommt; aber eben deshalb ist dieses Mitschwingen, welches den aufgestreuten Sand zu Resonanzfiguren

Digitized by Google

ordnet, nicht bei allen Tonabstufungen von gleicher Lebhaftigkeit, und kann zur Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung beim Gehör nicht benutzt werden, weil es bei der geringen Gröfse und ziemlich beträchtlichen Spannung des Trommelfells nur allenfalls bei ungemein hohen Tönen Anwendung finden, und auch hier eine sehr ungleichmäfsige Stärke der Wahrnehmung bedingen würde.

Ich habe bereits bei einer anderen Veranlassung auf diese Schwierigkeit hingewiesen, und erinnert, dafs man das Trommelfell nicht als Instrument für sich, sondern mit der Trommelhöhle, den Gehörknöchelchen u. s. w. zu einem gröfseren zusammengesetzten Instrument verbunden zu denken habe. Ich werde jetzt zeigen, dafs besonders die Verbindung, in welcher das Trommelfell durch die Gehörknöchelchen mit dem Labyrinthwasser steht, ganz geeignet ist, die Gleichmäfsigkeit seines Mitschwingens für einen grofsen Umfang von Tönen herzustellen. Diese Ansicht ist aus der Theorie hergeleitet, welche ich von dem Mittönen in diesen Annalen, Bd. LXII, S. 289, entwickelt habe, und welche zwar für einfachere Voraussetzungen gilt, als die hier vorliegenden sind, aber diesen doch nahe genug kommt, um hier zum Grunde gelegt zu werden.

Wird nämlich eine starre Fläche, welche, für sich schwingend, die Schwingungsmenge n hat, von einem Wellenzuge getroffen, dessen Schwingungsmenge m, dessen Amplitude a ist, und welcher von der Form $a \cos(mt+\tau)$ ist [1]), so wird die Fläche in eine Bewegung versetzt, welche bald in einen Beharrungszustand übergeht, und dann durch $\alpha \cos(mt+\tau_{,})$ ausgedrückt wird; ihre Schwingungen sind also dann den erregenden isochronisch; ihre Amplitude α wird bestimmt durch die Gleichung:

$$\alpha^2 = \frac{4b^2 a^2 m^2}{4b^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2},$$

wo b eine constante Zahl ist, die von der Beschaffenheit

1) Es genügt, diese Form in Betracht zu ziehen, da jede andere Wellenform auf eine Anzahl Glieder von dieser Form zurückgeführt werden kann.

Digitized by Google

des Mittels abhängt, in welchem die Schwingungen geschehen. Setzt man die Stärke des erregenden Tones, welche durch die lebendige Kraft $a^2 m^2$ gemessen wird, $=1$ und die des Mitschwingens $\alpha^2 m^2 = i$, so ist also:

$$i = \frac{4 b^2 m^2}{4 b^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2}.$$

Gränzt die Fläche auf der dem Wellenzuge zugewendeten Seite an Luft, dagegen auf der anderen Seite an ein anderes, stärker widerstehendes Mittel, z. B. Wasser, so ist im Nenner statt b ein anderer, gröſserer Werth zu setzen, wie sich aus der Herleitung jener Formel sehr leicht ergiebt. Auch im Zähler ist statt b ein gröſserer Werth zu setzen, wenn i die lebendige Kraft derjenigen Wellen bezeichnen soll, die sich jetzt in dem dichteren Mittel fortpflanzen. Es wird also dann:

$$i = \frac{4 b_{,,}^2 m^2}{4 b_,^2 m^2 + (n^2 - m^2)^2},$$

wo $b_,$ desto gröſser ist, jemehr Widerstand das zweite Mittel leistet. In dieser Form sieht man sogleich, daſs der Einfluſs, welchen die Höhe des erregenden Tones auf die Stärke des Mitschwingens hat, desto mehr zurücktritt, je gröſser $b_,$ ist. Ist nämlich $b_,$ sehr klein, so ist von den beiden Gliedern des Nenners in der Regel $(n^2 - m^2)^2$ überwiegend, auſser wenn n wenig von m verschieden ist, d. h. der erregende Ton dem eigenen Tone der Fläche sehr nahe kommt; darum wird in dieser Nähe i sehr groſs, nimmt aber bei einiger Aenderung des erregenden Tones sehr schnell ab. Ist hingegen $b_,$ sehr groſs, so kann $(m^2 - n^2)^2$, so lange es nicht zu groſs ist, gegen $4 b_,^2 m^2$ vernachlässigt werden, so daſs für solche Töne, die nicht zu sehr von dem eigenen der Fläche verschieden sind, i angenähert $= \frac{b_{,,}^2}{b_,^2}$ wird, und für sehr viel höhere oder tiefere zwar merklich kleiner wird, aber doch nicht so verschieden, als dieſs bei geringerem Widerstande der Fall seyn muſs.

Denkt man sich jetzt statt der starren Fläche das Trommelfell, und erwägt, daſs dasselbe sich mittelst der Gehör-

Digitized by Google

knöchelchen auf das ovale Fenster stützt und durch diese Verbindung in ein ähnliches Verhältnifs gesetzt wird, als ob es nach innen unmittelbar an Wasser gränzte, so ergiebt sich, dafs es durch diese Verbindung eine viel gröfsere Gleichmäfsigkeit in der Aufnahme verschiedener Tonhöhen erlangen mufs, als diefs ohne dieselbe der Fall seyn würde. Ich halte daher diese Einrichtung für das Hauptmittel, wodurch unserem Ohre die Fähigkeit ertheilt wird, einen so grofsen Umfang von Tönen zu hören, während sich zugleich ergiebt, dafs Alles, was zur Fortpflanzung des Schalls vom Trommelfell an das Labyrinth beiträgt, ebenfalls als Widerstand auftreten, und daher in demselben Sinne mitwirken mufs. Zugleich dient jene Einrichtung, das Eintreten des Beharrungszustandes, welches in dem Erlöschen eines mit dem Factor $e^{-b,t}$ behafteten Gliedes besteht, sehr zu beschleunigen, und ist daher geeignet die Auffassung sehr schnell wechselnder Gehörseindrücke bedeutend zu erhöhen. Auch kann sie wohl dem Trommelfell zum Schutze dienen, da dieses sonst bei einer gewissen Höhe viel stärker mitschwingen würde.

Wenn bei den bekannten Versuchen Wollaston's (*Phil. Trans.* 1820, *II*, *p.* 306) manche Personen Töne noch hörten, welche für andere bereits zu hoch waren, so kann diefs so erklärt werden, dafs bei den letzteren der akustische Apparat tiefer gestimmt (n kleiner), und daher i für hohe Töne kleiner war als bei den übrigen Personen, so wie umgekehrt bei ungewöhnlich starker Spannung des Trommelfells Taubheit für die tiefen Töne eintritt. Eben so erklärlich ist es, dafs die Gränze nach der Höhe auch bei jenen Personen keine absolute ist, und durch Anwendung stärkerer Töne, wie bei Savart's Versuchen (dies. Ann. Bd. 20, S. 290), weiter hinaufrückt, da i zugleich der Stärke des erregenden Wellenzugs oder $a^2 m^2$ proportional ist.

Beim Gesichtssinne findet sich eine ähnliche Verschiedenheit in der Gränze der Wahrnehmung bei verschiedenen Organisationen, indem manche Personen das prisma-

Digitized by Google

tische Farbenbild nicht ganz bis zu seinem unteren Ende sehen, wie ich in dies. Ann. Bd. 42, S. 202, gezeigt habe. Obgleich ich diefs nur bei Personen von sehr mangelhaftem Farbensinn beobachtet habe, so halte ich es doch nicht für unmöglich, dafs etwas Aehnliches auch bei Solchen, die nicht auffallend an diesem Fehler leiden, vorkommen könne. Auch diese Verschiedenheit kann auf eine ähnliche Auffassung zurückgeführt werden, nicht nur wenn man sie auf eine ungleiche Resonanzfähigkeit der Netzhaut bezieht (vergl. dies. Ann. Bd. 62, S. 571), sondern auch wohl dann, wenn man sie aus einer Absorption gewisser Strahlen in den Flüssigkeiten des Auges erklären will, indem auch eine solche Absorption, wie überhaupt die Natur farbiger Mittel die Hypothese zuläfst, dafs es sich damit ähnlich verhalte, wie mit der Fortpflanzung eines Wellenzugs durch eine schwingungsfähige Platte. Doch ist hier nicht der geeignete Ort, diese Hypothese weiter auszuführen.

C. Ueber die Fähigkeit des Gehörs, sehr kleine Unterschiede der Tonhöhe zu erkennen.

Ich schliefse hier eine vor mehreren Jahren gemachte Erfahrung an [1]). Ich habe nämlich, als ich mich beschäftigte, die Töne mehrerer Stimmgabeln nach dem Monochord zu bestimmen, Gelegenheit gehabt, zu bemerken, wie kleine Unterschiede in der Höhe der Töne dem Ohre noch bemerkbar werden können. Ich hatte nämlich eine gewogene Stahlsaite, welche über einen festen und einen beweglichen Steg lief, mit einem bekannten Gewichte gespannt; der bewegliche Steg wurde gerückt, bis mir die Saite mit der Stimmgabel, wenn ich beide nach einander hörte, im Einklange erschien, und dann die Länge der Saite zwischen den beiden Stegen gemessen. Ich hatte, um diese Länge genauer zu erhalten, nach jeder Messung den Steg von der Stelle gerückt und dann auf's Neue nach dem Gehör eingestellt, um auf diese Weise den Mittelwerth aus zehn bis zwanzig einzelnen Messungen zu nehmen. Bei der Ver-

1) Programm der technischen Bildungsanstalt zu Dresden, 1843.

Digitized by Google

gleichung der gefundenen Zahlen fiel es mir auf, wie nahe die einzelnen Messungen mit einander stimmten, indem z. B. bei einer Länge der ganzen Saite von $12\frac{3}{4}$ Zoll die einzelnen Messungen nicht über 0,015 Zoll, also nur ein $\frac{1}{850}$ der ganzen Länge von dem Mittelwerthe differirten. Da nun bei Saiten die Zahl der Schwingungen der Länge umgekehrt proportional ist, so differirten die einzelnen Bestimmungen von dem Mittelwerthe nicht um mehr als *eine* Schwingung auf 850 Schwingungen. Ich habe diefs nicht etwa bei *einer* Versuchsreihe, sondern bei einer ziemlichen Anzahl solcher Messungen an verschiedenen Gabeln so gefunden, ja es waren sogar bei den mit der meisten Sorgfalt angestellten Versuchen die Differenzen meist noch bedeutend kleiner, so dafs ich die Fähigkeit meines Gehörs, kleine Unterschiede der Töne zu erkennen, recht wohl zu ungefähr $\frac{1}{1000}$ (*eine* Schwingung auf 1000) rechnen zu können glaubte.

Dafs ich demselben hierin nicht zu viel zugetraut hatte, davon erhielt ich später einen Beweis. Ich hatte zufällig zwei Gabeln, welche fast genau im Einklange standen [1]), doch konnte ich, wenn ich beide nach einander tönen liefs, bemerken, dafs die eine um eine Spur tiefer war. Diefs bestätigte sich, als ich die Töne beider sehr genau nach dem Monochord bestimmte. Um aber den Unterschied ihrer Höhe in möglichster Schärfe zu erhalten, beobachtete ich die Stöfse, welche sie hören liefsen, wenn sie zugleich tönten; diese Stöfse erfolgten sehr langsam, je einer in $2\frac{3}{4}$ Secunden, woraus zu schliefsen ist, dafs sie in $2\frac{3}{4}$ Secunden um *eine* Schwingung differirten. Da nun in dieser Zeit die erstere Gabel 1209 Schwingungen macht, so verhalten sich beide Schwingungszahlen wie 1209 : 1210, und es wurde dieses kleine Intervall noch eben vom völligen Einklange unterschieden. Es braucht nicht erinnert zu werden, dafs diese Unterscheidung schon ein wohlgeübtes Ohr verlangt;

1) Man kann zwei Stimmgabeln von ungefähr gleicher Höhe leicht auf jeden Grad von Uebereinstimmung bringen, wenn man etwas Wachs an die Enden der einen klebt.

Digitized by Google

allein obgleich ich Grund habe, meinem Gehöre nach dieser Seite hin ziemlich viel Schärfe zuzutrauen, so kann ich doch nicht bezweifeln, dafs das Ohr eines Stimmers, eines Violinspielers u. s. f. darin noch weiter zu gehen vermag. Zwei vorzügliche Violinspieler, denen ich eben jene beide Gabeln vorlegte, waren nicht im mindesten zweifelhaft, welche von denselben die höhere sey. Dafs in diesem Falle die beiden Töne dem Klange nach gleich waren, mag wohl zur genaueren Unterscheidung ihrer Höhe günstig seyn; auch ist vielleicht nicht in allen Höhen ganz dieselbe Schärfe zu erreichen.

Mir sind nur zwei Angaben über diesen Gegenstand bekannt, indem die Bestimmung sehr kleiner Unterschiede mittelst der Stöfse natürlich nicht als eine solche unmittelbare Unterscheidung der Tonhöhe gerechnet werden darf. W. Weber (diese Ann. Bd. 14, S. 398) bemerkt gelegentlich, dafs das Ohr unter günstigen Umständen unmittelbar (d. h. ohne Hülfe der Stöfse und ohne Mittelwerthe zu nehmen) die Töne so genau zu bestimmen vermag, dafs der Fehler auf 200 Schwingungen nie mehr als *eine* Schwingung beträgt. Delezenne, nach einer Notiz, die ich nur aus Fechner's Repertorium der Physik, Bd. 1, S. 341, kenne, fand, dafs das Ohr eines Künstlers ein Intervall von $\frac{1}{4}$ Komma, $(\frac{81}{80})^{\frac{1}{4}}$, d. i. ungefähr *eine* Schwingung auf 320, beim Einklange zu unterscheiden vermöge, und das Ohr eines Dilettanten nur $\frac{1}{2}$ Komma. Nach der so eben von mir mitgetheilten Erfahrung darf ich behaupten, dafs sowohl mein Ohr, als das anderer Personen von wohlgeübtem Gehöre eine Differenz von *einer* Schwingung auf 1200 Schwingungen, also ein Intervall von $\frac{1}{15}$ des (syntonischen) Kommas noch zu bemerken im Stande ist.

Für andere Intervalle habe ich keine Versuche angestellt. Im Allgemeinen darf man hier wohl eine geringere Fähigkeit, kleine Fehler der Stimmung zu erkennen, vermuthen, wobei natürlich die Uebung einen grofsen Einflufs haben mufs. So mufs das Ohr eines Violinspielers für die Stimmung der Quinte höchst geübt seyn. Delezenne giebt

Digitized by Google

giebt für die Octave $\frac{1}{3}$ und für die Quinte $\frac{15}{100}$ Komma für das Ohr eines Künstlers an. Danach wäre die Unterscheidung bei der Quinte vollkommener als bei der Octave. und sogar vollkommener als er sie beim Einklange fand, dagegen kaum halb so grofs, als ich sie beim Einklange hatte.

Erwägt man, dafs eine gleichschwebende Quinte von einer reinen nur um ungefähr $\frac{1}{11}$ Komma differirt, so hat man an diesen Angaben ungefähr einen Maafsstab für den Werth, welcher von practischer Seite auf die Temperaturberechnungen zu legen ist.

II. *Nachtrag zu den Erläuterungen über N. Savart's Versuche, die Zurückwerfung des Schalles betreffend; von August Seebeck.*

Als ich N. Savart's letzte Versuche über die Zurückwerfung des Schalles in diesen Ann. Bd. 67, S. 145, beleuchtete, in der Absicht zu zeigen, dafs dieselben durch eine Interferenz der directen Wellen mit den zurückgeworfenen genügend erklärt werden, habe ich mir die Erörterung eines Punktes vorbehalten, weil er die Prüfung einer physiologischen Vorfrage nöthig machte. Nachdem ich nunmehr diese Frage in dem vorhergehenden Aufsatze unter *A*. zur Erledigung gebracht habe, will ich auf diesen Gegenstand zurückkommen, um die Ansicht, welche ich damals nur als Vermuthung aussprechen konnte, zu begründen.

Es handelt sich nämlich um die Frage: bei welchem Abstande des Kopfs von der Wand werden die Knoten und Bäuche erscheinen, wenn beide Ohren offen sind, das eine dem tönenden Körper, das andere der Wand zugekehrt? Savart hat gefunden, dafs dann die Knoten erscheinen, wenn die Mittelebene des Kopfs 1, 2, 3 . . . Halbwellen (*ondes*) von der Wand entfernt ist. Nach der von mir

Digitized by Google

vertheidigten Interferenztheorie würde das Resultat im Allgemeinen verschieden ausfallen, je nachdem von den drei im vorhergehenden Aufsatze *A.*, unter I, II und III unterschiedenen Annahmen die eine oder die andere gemacht wird. Nachdem ich nachgewiesen habe, dafs die letzte gelten mufs, werde ich zeigen, dafs die von Savart beobachtete Lage der Knoten der Interferenztheorie gemäfs ist, wenigstens für Wellenlängen, welche zwischen gewissen Gränzen liegen.

Ich will annehmen, das rechte Ohr sey dem tönenden Körper, das linke der Wand zugekehrt. Die Wellenlänge des Tones sey λ, und derselbe von der Form

$$a \cos 2\pi\left(\frac{ct}{\lambda}+\tau\right),$$

wo c die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles und τ einen constanten Zeitwerth bezeichnet. Diese Form darf bei den von Savart gebrauchten Tönen vorausgesetzt werden. Rechnet man die Zeit von einem der Momente an, wo dieser Werth für die directe Welle am rechten Ohre am gröfsten ist, so wird hier die Schwingung durch $a \cos 2\pi\frac{ct}{\lambda}$ ausgedrückt. Zum linken Ohre gelangt die directe Welle auf doppeltem Wege, erstens nämlich durch die Luft, indem die Schallstrahlen, welche bis zur Mittelebene des Kopfs gerade fortgegangen sind, von hier an umgebogen werden. Bezeichnet man mit d die Entfernung von Ohr zu Ohr, welche $0^m,16$ beträgt, noch vermehrt um den durch jene Biegung erzeugten Umweg, den ich früher $=0^m,09$ angeschlagen habe, so ist der Weg zum linken Ohre um d oder ungefähr $\frac{1}{4}$ Meter weiter, als zum rechten, und es wird daher die Schwingung im linken Ohre ausgedrückt durch $-k\,a \cos 2\pi\frac{ct-d}{\lambda}$, wo das Minuszeichen von der veränderten Schwingungsrichtung der umgebogenen Strahlen herrührt und k eine positive Zahl ist, welche die beim Umbiegen erzeugte Schwächung des Schalles ausdrückt. Dazu kommt aber zweitens die Bewegung, welche sich durch die

Digitized by Google

festen Theile des Kopfs von der rechten Seite her zum linken Ohr fortpflanzt. Ist $\frac{e}{\lambda}$ das Verhältniſs der Länge dieses Wegs zur Wellenlänge, wenn letztere nicht auf Luft, sondern auf die feste Knochensubstanz bezogen wird, so ist $\frac{e}{\lambda}$ eine sehr kleine Gröſse für alle die Tonhöhen, welche hier in Betracht kommen, und es wird dieser zweite Theil der Welle im linken Ohr durch $i \cos 2\pi \frac{ct-e}{\lambda}$ ausgedrückt, wo i die Schwächung bezeichnet, welche der Schall auf diesem zweiten Wege erleidet. Nimmt man nun diese beiden Wellen des linken Ohres zusammen, so kann man

$$-ka \cos 2\pi \frac{ct-d}{\lambda} + ia \cos 2\pi \frac{ct-e}{\lambda} = -pa \cos 2\pi \frac{ct-\delta}{\lambda}$$

setzen, wo:

$$p = \sqrt{k^2 + i^2 - 2ik \cos 2\pi \frac{d-e}{\lambda}}$$

und:

$$\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = \frac{k \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} - i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}}{p}.$$

Was nun ferner die zurückgeworfene Welle betrifft, so wird diese für das linke Ohr durch $-qa \cos 2\pi \frac{ct-l}{\lambda}$, für das rechte durch $+qa \cos 2\pi \frac{ct-l-\delta}{\lambda}$ dargestellt, wo der Factor $-q$ die bei der Zurückwerfung erlittene Schwächung und Umkehrung des Zeichens ausdrückt, und l die Entfernung der Mittelebene des Kopfs von der Wand ist. Statt l würde genauer $\sqrt{l^2+r^2}$ zu setzen seyn, wenn r den mittleren Halbmesser des Kopfprofils bezeichnet, doch kann dafür in hinreichender Annäherung l gesetzt werden, so lange der Kopf der Wand nicht zu nahe ist.

Addirt man nun für jedes Ohr die Antheile, welche von der directen und von der zurückgeworfenen Welle herrühren, so erhält man im rechten $a_{\prime} \cos 2\pi\left(\frac{ct}{\lambda} + \tau_{\prime}\right)$, im

Digitized by Google

linken $a_{\prime\prime} \cos 2\pi \left(\frac{ct}{\lambda} + \tau_{\prime\prime}\right)$, wo auf $\tau_{\prime}$ und $\tau_{\prime\prime}$ für den vorliegenden Zweck nichts ankommt, $a_{\prime}$ und $a_{\prime\prime}$ aber bestimmt sind durch die Gleichungen:

$$a_{\prime}^2 = a^2 \left[1 + p^2 q^2 + 2pq \cos 2\pi \frac{2l+\delta}{\lambda}\right]$$

$$a_{\prime\prime}^2 = a^2 \left[p^2 + q^2 + 2pq \cos 2\pi \frac{2l-\delta}{\lambda}\right].$$

Diese Gröfsen geben die Intensitäten der beiden Gehörseindrücke an, da diese durch die lebendigen Kräfte oder die Quadrate der Amplituden zu messen sind. Diese beiden Intensitäten sind im Allgemeinen ungleich, und es wird anzunehmen seyn, dafs man, wenn mit beiden Ohren zugleich beobachtet wird, den Knoten da rechnen werde, wo die Summe beider Werthe am kleinsten ist. Diese Summe ist:

$$a_{\prime}^2 + a_{\prime\prime}^2 = a^2 \left[1 + p^2 q^2 + p^2 + q^2 + 4pq \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{2l}{\lambda}\right].$$

Setzt man diesen Ausdruck unter die Form:

$$a^2 \left[(1-pq)^2 + (p-q)^2 + 4pq\left(1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{2l}{\lambda}\right)\right],$$

so besteht der Werth in der Klammer $[\ ]$ aus drei positiven Gröfsen, von denen die beiden ersten constant sind; er wird daher ein Minimum, wenn $1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \cos 2\pi \frac{l}{\lambda}$ am kleinsten wird. Wäre $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ positiv, so würde diefs Minimum eintreten, wenn $\cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} = -1$, d. h. $l = \frac{1}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}\lambda$, $\frac{5}{4}\lambda$ .... wird; ist hingegen $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ, so tritt das Minimum ein, wenn $\cos 2\pi \frac{2l}{\lambda} = +1$, d. h. wenn $l = \frac{1}{2}\lambda$, $\frac{3}{2}\lambda$, $\frac{5}{2}\lambda$ .... wird. Das letztere entspricht der Lage der Knoten, welche Savart gefunden hat. Es kommt also darauf an zu wissen, ob wirklich $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ sey. Es war:

Digitized by Google

$$\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = \frac{k \cos 2\pi \frac{d}{\lambda} - i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}}{p},$$

wo k, i und p positive Gröfsen sind. Es ist $i \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}$ stets positiv mit Ausnahme von ungewöhnlich hohen Tönen, und kann sogar für mäfsige Höhen, wo $\frac{e}{\lambda}$ sehr klein ist, angenähert $= i$ gesetzt werden. Der obige Ausdruck ist nun negativ, so lange $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda} < \frac{i}{k} \cos 2\pi \frac{e}{\lambda}$ oder angenähert $< \frac{i}{k}$, also jedenfalls, welchen Werth auch i haben möge, so lange $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda}$ selbst negativ ist, oder λ zwischen $4d$ und $\frac{4}{3}d$, d. i. ungefähr zwischen 1 Meter und $\frac{1}{3}$ Meter liegt. Aber diese Gränzen, welche für $i = 0$ gelten würden, erweitern sich, wenn i nicht verschwindend klein gegen k ist, in solchem Maafse, dafs, wenn $i = k$ oder $> k$ wäre, $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ *stets* negativ seyn würde von den tiefsten Tönen an bis zu einer sehr bedeutenden Höhe. Welchen Werth $\frac{i}{k}$ haben möge, ist nicht bekannt, da aber aus dem in der vorhergehenden Abhandlung besprochenen Stimmgabelversuche hervorgeht, dafs i nicht ganz unbedeutend ist, so darf man annehmen, dafs die Gränzen von λ, zwischen denen $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ negativ ist, beträchtlich weiter sind als die für $\cos 2\pi \frac{d}{\lambda}$ angegebenen, und es ist wahrscheinlich, dafs die Wellenlängen, mit denen Savart experimentirt hat, jene Gränzen nicht überschritten haben. In diesem Falle aber ist es, wie ich gezeigt habe, ganz in der Ordnung, dafs er bei der erwähnten Art der Beobachtung die Knoten dann antraf, wenn die Mittelebene des Kopfs 1, 2, 3 .... Halbwellen von der Wand stand, und es ist also

Digitized by Google

auch dieser Theil seiner Beobachtungen mit der von mir vertheidigten Erklärung in hinreichende Uebereinstimmung gebracht. Zugleich sieht man, dafs diese Art der Beobachtung nicht für alle Wellenlängen gleich günstig seyn werde, sondern am günstigsten für solche, wo $\cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ nahe $= -1$ kommt.

III. *Magnetische Inclinationen.*

Auf seiner Reise nach dem Reiche Schoa in Afrika, in den Jahren 1842 bis 1845, hat Hr. Rochet d'Héricourt folgende Inclinationen beobachtet:

Marseille	63°	5',0
Malta	53	2,4
Alexandrien	43	35,5
Cairo	41	39,0
Denderah	35	8,1
Kosseir	34	33,1
Djedda	25	11,7
Mokka	6	25,6
Ambabo	2	39,8
Gaubade	1	18,4
Angolola	0	28,0
Angobar	1	5,9

(*Compt. rend. T. XXI, p.* 885.)

Digitized by Google

IV. *Ueber den Periklin, als Varietät des Albits; von W. Haidinger.*

In Mohs Grundrifs der Mineralogie, Bd. II, S. 294, ist ein »Feldspath von der Saualpe in Kärnthen und vom St. Gotthardt« von dem Adular, Albit, Labrador als eine wahrscheinlich eigene Species getrennt, und für sich aufgeführt.

Die Beobachtungen an den Feldspäthen, dem Adular, Albit, Labrador, und den Varietäten von der Saualpe und dem St. Gotthardt, und denen von Baveno, welche in jenem Werke enthalten sind, hatte ich im März und April 1822 angestellt, eben vor einer längeren Reise, zu der mich Hr. Graf A. Breunner eingeladen hatte. Ich kehrte erst im Winter nach Freiberg zurück. Das zweite Stück für 1823 von Poggendorff's Annalen enthält Gustav Rose's meisterhafte Arbeit über den Feldspath, Albit, Labrador und Anorthit. Das erste was von meinen Beobachtungen, jene charakteristischen einspringenden Winkel der Zwillinge, bekannt gemacht wurde, findet sich in jenem »Briefe« von Mohs an Jameson, den der VII. Band von Schweigger's Jahrbuch für 1823, S. 216, enthält. Wenn ich diese Daten nun nach mehr als zwanzig Jahren zum ersten Male zusammenstelle, so darf ich doch wohl dabei erinnern, dafs ich nicht etwa gegen meinen lieben Freund Gustav Rose eine Priorität in Anspruch nehmen wolle, weil ich am Albit, Labrador und Periklin das anorthische Krystallsystem erkannte, und die Winkel maafs, bevor ich von seinen Arbeiten Kenntnifs erhielt; aber ich halte der Mittheilung einer neuen Ansicht wegen die Geschichte des Periklins für nothwendig, und da dürfte es mir doch nicht verargt werden, wenn ich, die eine Hälfte von Göthe's Spruch:

„Brave freuen sich der That“

im Sinne, dasjenige einfach erwähne, was ich sonst absichtlich verstecken müfste. Doch beschränkte sich meine Un-

Digitized by Google

tersuchung auch, getreu den Ansichten meines Lehrers Mohs, streng auf die Formverhältnisse und auf diejenigen Verhältnisse der Materie, welche das Individuum während der Untersuchung unverändert lassen, also auf die von Mohs als eigentlich naturhistorisch betrachteten. Aber man kennt das Individuum in allen seinen Beziehungen erst vollständig durch die vollendete chemische Untersuchung; Gustav Rose vollendete also auch für mich, was ich nur begonnen hatte.

Breithaupt setzte die Untersuchungen fort, machte Winkelmessungen, gab den Varietäten von der Saualpe und vom St. Gotthardt den Namen Periklin, und betrachtete sie als eigene Species (Vollständige Charakteristik, I. Auflage, S. 273; III. Auflage, S. 157). Gustav Rose hat sie nie als eigenthümliche Species anerkannt (Pogg. Annal. 1837, Bd. 42, S. 575). Insbesondere Thaulow's Analyse des Periklins vom St. Gotthardt, welche von einatomigen Basen 11,47 Proc. Natron und 0,2 Proc. Kalkerde, ohne eine Spur von Kali, nachwies, gaben ein grofses Gewicht für diese Ansicht. Dagegen fand man so constant das eigenthümliche Gewicht des Albits über 2,6, das des Periklins unter 2,6, wobei ersterem die höheren, letzterem die niedrigeren Durchsichtigkeitsgrade zukamen, dafs man doch immer nicht mit Beruhigung den Gegenstand als abgethan betrachten konnte. Doch hat auch hier Gustav Rose gefunden, dafs gröfsere Krystalle, die ein specifisches Gewicht von 2,437 gaben, als er sie gröblich zerrieb, ein Gewicht von 2,637 bis 2,645 zeigten. Die Porosität, welcher diese Unterschiede zugeschrieben werden, ist manchmal recht auffallend. Ich besitze einen Krystall voll Höhlungen, ähnlich in dieser Beziehung dem Ansehen der bekannten Salpeterkrystalle.

Die Idee des Metamorphismus hilft vielleicht noch etwas weiter in der Betrachtung der Verhältnisse.

Es giebt regelmäfsige Gruppirungen von Albit und Adular, eben so auch von Periklin und Adular. Ich habe in Allan's Sammlung in Edinburgh Feldspathkrystalle von

Baveno gesehen, die auf den Flächen *M*, *T* und *l*, Fig. 4, Taf. III, also dem Prisma ∞A und der Längsfläche $\infty \breve{D}$ in möglichst paralleler Lage, die *M*-Flächen vollkommen parallel mit einer Schale von Albit überzogen waren. Die Basis *P*, das Querhemidom $-\frac{\bar{H}}{2}$ oder *x* waren rein geblieben, aber von einem überstehenden Albitrande eingefafst. Der Albit war graulichweifs und halbdurchsichtig, der Feldspath gelblichweifs, fast undurchsichtig. Auch in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet in Wien sind ähnliche Krystalle. Der Granit des Blockes, worauf die Statue Peters des Grofsen in St. Petersburg steht, auch der finnländische Rapakivi enthalten Feldspathkrystalle von einer Albitrinde (wenn es nicht etwa Oligoklas ist) überzogen, doch eingewachsen und unregelmäfsig begränzt.

Vorzüglich schön sind diese regelmäfsigen Verwachsungen des Albits und Adulars vom Cavalierberg und anderen Localitäten in der Nähe von Hirschberg in Schlesien bekannt. Die Adularkrystalle, oft mehrere Zoll grofs, fleischroth, zum Theil mit einer dunkel bräunlichrothen Oberfläche, nahe undurchsichtig, tragen einzeln vorragende, weit durchsichtigere Albitkrystalle, wenn auch diese selbst zuweilen bräunlichroth gefärbt sind, zum Theil wie ausgeschwitzte Tropfen, aber auch in dicken Häuten auf den Seitenflächen des Prisma's ∞A von 118° 49'. Die übrigen Flächen sind meistens rein. Versucht man aber das Bild eines leuchtenden Punktes, zum Beispiel ein Kerzenlicht auf der Basis *P*, dem *o* der Krystallreihe, aufzufangen, so gewahrt man nebst dem centralen Hauptbild noch zwei andere schwache Zurückwerfungen, von den durch den ganzen Adularkrystall hindurch zahlreich zerstreuten, einzeln kaum unterscheidbaren Albittheilchen, mit denen er durch und durch fast gleichförmig gemengt ist, in beiden Lagen der bekannten, parallel der Fläche *M* oder $\infty \breve{D}$ zusammengesetzten Albitzwillinge.

Das Pfitschthal in Tyrol hat unlängst Perikline geliefert, die gerade entgegengesetzt den eben beschriebenen Bei-

Digitized by Google

spielen auf eine sehr sonderbare Art mit Adularkrystallen besetzt sind. Die Stellung ist möglichst parallel. Vorzüglich längs der Endkante zwischen der Basis *P* und *x*, aber auch seitwärts stehen kleine einzelne Krystalle von Adular, Fig. 5, Taf. III, von der Combination $o - \frac{\bar{H}}{2} \infty A$, also den Flächen *P* und *x* mit dem rhombischen Prisma von 118° 49′, ohne die der Theilbarkeit parallele Längsfläche *M*. Sie stehen an manchen Stücken reihenweise entlang der ganzen Kante. Der gelblichweifse Periklin hat die gewöhnliche email- oder elfenbeinartige Undurchsichtigkeit, der Adular ist beinahe durchsichtig und graulichweifs. Mehrere Stücke davon sind im k. k. Montanistischen Museo.

Von den gewöhnlichen, zwischen *M* und *M* flachen Albitkrystallen war in Allan's Sammlung ein Stück auf den *M*-Flächen dicht mit parallelen kleinen Adularkrystallen besetzt, Fig. 6, die jedoch äufserlich statt dieser *M*-Fläche selbst eine scharfe Kante hatten, wie in der Figur. Beide waren, so viel ich mich erinnere, halbdurchsichtig, graulichweifs. Von der Localität habe ich leider keine Angabe verzeichnet.

Die Bildung dieser sonderbaren parallelen Gruppirungen gewinnt einen Anschein von Natürlichkeit, man glaubt »die Erscheinung zu verstehen« (*Kosmos, p.* 68), wenn man annimmt, dafs sich eine der beiden Species, Adular oder Albit, das heifst Kalifeldspath oder Natronfeldspath, zuerst allein und fertig gebildet habe, während einer einzigen gleichförmigen Krystallisationsepoche, aber unter Verhältnissen, dafs die *vorwaltende Species zugleich Theile der in geringerer Menge gegenwärtigen mit in ihre eigene fremdartige Form zwang*, so wie etwa der augitische Eisenvitriol den anorthischen Kupfervitriol und den orthotypen Zinkvitriol in seine schiefen Prismen hineinzieht. War der Krystall erst gebildet und starr geworden, dann zog sich bei übrigens günstigen, aber veränderten Umständen die fremdartige Mischung zwischen den Blättern desselben wieder heraus, überwand die unnatürliche Spannung und ordnete sich in den ihr eigenthümlichen Formen. Die Mehrheit behielt die Mitte und den Zusammenhang.

Digitized by Google

Der Periklin von der Saualpe, und der vom Zillerthale kommt mit krystallisirtem Amphibol und Epidot auf einem Gange in Amphibolschiefer vor; im Pfitschthal und an anderen Orten erscheint er auf Gängen in Chloritschiefer, dem oft etwas Epidot beigemengt ist. Vielleicht war die Gegenwart des Kali bei der Bildung auch die Ursache der eigenthümlichen Form, indem der Albit rein, vorzüglich gern in flachen, zwischen *M* und *M* zusammengedrückten Krystallen vorkommt. Auch die Zwillingsbildung des Albits erfolgt meistens parallel *M*, die des Periklins vorzugsweise parallel *P*. Die dem Periklin eigene Zwillingsbildung parallel *P*, von Kayser in Poggendorff's Annal. Bd. 34, 1835, genauer gedeutet, als in der ersten von mir gegebenen Skitze der Erscheinung in Mohs's Grundriſs, Bd. 2, S. 295, kommt auch an dem Kieselspath von Chesterfield in Massachusetts vor. Die weniger durchsichtige Masse von geringerem eigenthümlichen Gewicht, am Ende ganz reiner Natronfeldspath bleibt übrig, der Adulargehalt setzt sich an der Oberfläche ab, oder wird hinweggeführt, etwa zur Bildung neuer Krystalle im Inneren des Gebirgsgesteines verwendet.

War der Adulargehalt vorwaltend, so erscheinen Krystalle, bei denen *P* senkrecht auf *M* steht. Der gemeine Feldspath von Baveno enthält, nach Abich (Rammelsb. S. 233; Poggend. Ann. 1840, Bd. 50, S. 125, 341), noch 14,17 Kali und 1,44 Natron. Das allmälige Ausscheiden des Natronfeldspaths, mag er auf der Oberfläche abgelagert oder ganz entfernt werden, läſst auch hier einen Rückstand, der, von einem besonderen emailartigen Ansehen, ein geringes spec. Gewicht zeigt, in ganzen Stücken bis zwischen 2,39 und 2,45 hinab, das Veranlassung gab, bei dieser Varietät die Existenz einer eigenen Species zu erwarten. Im Bruche zeigt derselbe manchmal ein eigenthümliches zelliges Ansehen, voll Höhlungen, die Wände der Zellen den Flächen *P* und *M* parallel.

Der Periklin und der Bavenoer Feldspath zeigen sich in gänzlich gleichen Verhältnissen zu Albit und Adular, wie poröse Rückstände früherer, bei abweichender elektro-

Digitized by Google

chemischer Spannung vollendeter Krystallisation gegen die klaren Producte der gegenseitigen Anziehung der Materie, die sich noch in demjenigen Zustande befinden, in welchem sich die Kräfte ausgeglichen haben. Der Periklin ist unzweifelhaft Albit, eben so gut als der Bavenoer Feldspath Adular. So wie in den Graden der Durchsichtigkeit und des eigenthümlichen Gewichts findet sich noch ein Unterschied in der Beschaffenheit der Theilungsflächen, die bei jenen Rückständen offener, leichter zu erhalten sind, wenn sie auch geringere Grade des Glanzes besitzen.

Man kann Varietäten wie die Feldspäthe von Baveno, die vielleicht einst bedeutendere Grade von Durchsichtigkeit besafsen, nicht als *verwittert* betrachten, auch nicht als *Pseudomorphosen*, wenn sie auch einen Theil der früher gemeinschaftlich krystallisirten Masse verloren haben. Sie können nur unmittelbar dem Adular als *Varietät* beigezählt werden. Von der ursprünglichen Bildung an, stellen sie einen katogenen Fortschritt dar, bei dem am Ende keine andere einatomige Basis, als das Kali, zurückbleibt, oder die Species des Adulars.

In den Mourne-Gebirgen in Irland, in Elba, kommen ganz den Bavenoern in den geringen Durchsichtigkeitsgraden ähnliche Feldspathe vor. Die von Hirschberg wurden oben erwähnt. Doch ich beabsichtige hier nicht den Gegenstand mehr als nur anzudeuten. Eine gröfsere Arbeit, Vergleichung vieler Varietäten, wird zwar ohne Zweifel interessante und wichtige Aufschlüsse gewähren. Es reiht sich dabei für den Adular die symmetrische Anordnung des Quarzes und zuweilen des Glimmers im Schriftgranit an. Aus dem Reiche des Albits würde man bald in das des Oligoklases, denn auch dieser kommt unter anderen zu Arendal in paralleler Stellung mit fleischrothem Adular vor, des Labradors und anderer Feldspathspecies gerathen, und damit in das metamorphische Studium der Granite und so mancher anderen körnigen Gebirgsgesteine. Das ist so viel an mineralogischen, geognostischen und chemischen Forschungen, dafs es noch eine gute Weile nicht erschöpft

Digitized by Google

werden wird, daher auch die vorhergehenden Betrachtungen, durch einige Beobachtungen des Zusammenvorkommens von hierher gehörigen Mineralspecies veranlafst, als ein kleines Bruchstück der erforderlichen Reihen von Thatsachen und Schlüssen gelten mögen, von denen wir so viele in den nahe bevorstehenden Mittheilungen der Arbeiten über den Granit von meinem verehrten Freunde Gustav Rose erwarten.

Eine Bemerkung des letzteren Forschers kann ich mich indessen schon hier nicht enhalten in's Gedächtnifs zu rufen: »Ja es wird mir sogar bei fortgesetzter Untersuchung der Gebirgsarten sehr wahrscheinlich, dafs der Albit nie einen Gemengtheil der Gebirgsarten bildet, sondern sich immer nur in Gängen oder Drusenräumen finde.« Poggendorff's Ann. 1845, Bd. 66, S. 109. Dieses Resultat langjähriger aufmerksamer Beobachtung ist besonders wichtig, wenn man es mit den Gemengtheilen des eigentlichen wahren Granits, Quarz, weifsen zweiaxigen Glimmer und Adular zusammenhält, welcher letztere in dem Fortgange der Metamorphose von allen Feldspathen allein zurückbleibt.

Wo ursprüngliche Bestimmungen von G. Rose vorliegen, da kann man sich wohl mit ziemlicher Beruhigung anschliefsen. Wenn diefs von mir beim Periklin nicht früher geschah, so lag der leicht zu entschuldigende Grund darin, dafs meine eigenen Untersuchungen und Ansichten die frühere Trennung veranlafsten. Aber die im Vorhergehenden berührten Verhältnisse, glaube ich, vermehren nun noch die Uebereinstimmung, auf welche G. Rose hingewiesen hat.

Digitized by Google

V. *Der rothe Glaskopf, eine Pseudomorphose nach braunem; nebst Bemerkungen über das Vorkommen der wichtigsten eisenhaltigen Mineralspecies in der Natur;*
von W. Haidinger.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Abhandlungen der Königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. Bd. 4.)

Die unverkennbare Aehnlichkeit der nachahmenden Gestalten in den rothen und braunen, mit dem uralten Ausdrucke »*Glaskopf*« bezeichneten Varietäten von Eisensteinen war die vorzüglichste Veranlassung, daſs sie Mohs zu einem Geschlechte, dem der Eisenerze, in seinem früheren naturhistorischen Systeme vereinigte. Er hat sie später wieder getrennt, der rothe Glaskopf blieb mit dem rhomboëdrischen Eisenerze als Species vereinigt in dem Eisenerzgeschlechte, für den braunen Glaskopf nebst den zunächst damit verbundenen Varietäten wurde das Habronemerzgeschlecht aufgestellt.

Allerdings sind die mit dem rothen Glaskopf durch Uebergänge in Verbindung zu bringenden Varietäten, die Eisenglimmer, die Eisenglanze, nur wenig ähnlich dem Nadeleisenerz, den eigentlichen krystallinischen Varietäten, die mit den braunen Glasköpfen zusammenhängen. Der Uebergang der faserigen Rotheisensteine zu den metallisch glänzenden wird vorzüglich durch diejenigen Varietäten vermittelt, welche, wie die bekannten von Tilkerode am Harz, die nierförmige Gestalt der ersteren, aber den Metallglanz der letzteren besitzen.

Vor langer Zeit wurden die brasilianischen Octaëder, in Eisenglimmerschiefer oder schiefrigen Eisenglanz eingewachsen, nach Europa gebracht. Ich zählte sie [1]) zum Eisenglanze als Pseudomorphose nach Magneteisenstein, ich glaube nicht

1) *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, 1827.

Digitized by Google

mit Unrecht, da nicht nur an anderen Orten, z. B. am Vesuv, sich Beispiele fanden, wo noch die Lage der Individuen des Eisenglanzes von jeder Fläche des Octaëders aus sich verfolgen liefs, sondern auch so manche Eigenthümlichkeiten der Magneteisensteine sich wiederfanden; so die den Octaëderflächen parallelen Krystallschalen, während im Inneren nur, nebst dem rothen Strich, sich eine feinkörnige Zusammensetzung erkennen läfst. Breithaupt gab ihnen den Namen *Martit*, sie als eigene Species betrachtend. Man war dadurch geleitet eine Dimorphie des Eisenoxyds anzunehmen, wie unter anderen von Kobell. Doch hat in der neuesten Zeit Hausmann der ersteren Ansicht den Vorzug gegeben, so wie ich glaube, sie überhaupt die allgemeinere ist.

Die Form der vesuvischen Varietäten hat Scacchi [1]) als durch mehrfach an den gleichnamigen Seiten wiederholte Zwillingsbildung hervorgebracht erklärt. Es ist viel natürlicher die Form von den Octaëdern des Magneteisensteins abzuleiten, die von der Oberfläche nieder in Eisenglanz verwandelt wurden.

Rotheisenstein oder Eisenglanz war also beobachtet in der Form von Krystallen des Magneteisensteins, aber noch nicht in denen des Eisenoxydhydrats, nämlich des Brauneisensteins. Die chemische Veränderung des einen Vorgangs, höhere Oxydation, ist eben so einfach als die des anderen, Verlust des Wassers, wobei ebenfalls das Oxyd zurückbleibt.

Aber es giebt auch solche Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Krystallen von Brauneisenstein. Bei einer Sendung, welche im vorigen Jahre das k. k. Hof-Mineralienkabinet von der Krantz'schen Mineralienhandlung in Berlin erhielt, befanden sich Stücke mit der Aufschrift: *»Eisenoxyd, neu von Lostwithiel.«* Die Form war genau die des bekannten Nadeleisenerzes, eben so die Begleitung der Quarzkrystalle, aber der Strich war nicht der gelblichbraune

1) *Memorie mineralogiche e geologiche etc. I, p.* 33. — Dufrénoy, *Traité de Minéralogie, II, p.* 479.

des Eisenoxydhydrats, sondern er zeigte das Bräunlichroth des Eisenoxyds oder Eisenglanzes. Allerdings enthielten die Krystalle auch kein Wasser. Nach einer brieflichen Mittheilung hatte mein verehrter Freund Gustav Rose sogar die Flächenwinkel der schönen glänzenden Krystalle gemessen, und sie mit denen des Nadeleisensteinerzes übereinstimmend gefunden, und Rammelsberg als chemischen Bestand reines Eisenoxyd erkannt. Sprünge, in gegen die Oberfläche der Krystalle geneigter Richtung, zeigten ebenfalls rothes durchfallendes Licht. Die Idee, daſs etwa das Ganze durch Glühen hätte sein gegenwärtiges Aussehen erhalten können, wurde durch den Umstand widerlegt, daſs an einem Stücke sich noch kleine nierförmige Partien von Brauneisenstein fanden. Man konnte an dem Stücke also auf drei Bildungsperioden schlieſsen:

1) die Krystallisation gleichzeitig von Quarz und Göthit — diesen Namen nach Beudant's Vorgange auf das Nadeleisenerz ausgedehnt;
2) die Pseudomorphose des letzteren zu Rotheisenstein;
3) die neue Bildung des nierförmigen Brauneisensteins.

Nun war freilich die Frage sehr nahe gerückt, ob es nicht in der Natur auch andere Pseudomorphosen von Rotheisenstein nach Brauneisenstein gebe, und was es denn eigentlich für eine Bewandtniſs mit den Glasköpfen von den beiden Farben habe, die einander bis in die kleinsten Eigenthümlichkeiten parallele Reihen bilden, doch auch wieder mit Abweichungen, welche bei der einen oder der anderen für unmittelbare oder pseudomorphe Bildung sprechen müſsten.

Brauner Glaskopf einfach geglüht, verliert sein Wasser und erhält das Ansehen des rothen. Das Oxydhydrat ist in Oxyd verwandelt. Der Strich wechselt von Gelblich- zu Röthlichbraun, das eigenthümliche Gewicht war bei einem Versuche von 3,570 auf 4,604 gestiegen, die Härte von 5,0 bis 5,5 erschien ungefähr dieselbe; doch war das Stückchen brüchig geworden, die Fasern lösten sich leicht von einander, und das Ganze war von der Trennungsfläche senk-

Digitized by Google

senkrecht auf die Axe der Fasern durchzogen, ohne Zweifel von der schnellen Zusammenziehung bei dem raschen Zutritt der Wärme. Structurflächen, senkrecht auf die Axe der nierförmigen Oberfläche entsprechend, waren übrigens schon in dem ursprünglichen braunen Glaskopfe bemerklich, doch fand kein leichterer Bruch parallel denselben statt.

So einfach scheint aber der Vorgang in der Natur nicht gewesen zu seyn, wenn er auch wohl vorzüglich auf einer Temperaturerhöhung beruhte, hervorgebracht durch die Einwirkung einer tieferen Lage, überhaupt durch einen elektropositiven oder katogenen Procefs. Die allgemeinen Schlüsse werden sich aber genauer stellen lassen, wenn die einzeln in der Natur vorkommenden Varietäten jede für sich betrachtet werden. Es sollen hier daher Repräsentanten mehrer Zustände nach einander aufgezählt werden.

I. Beobachtungen an Handstücken.

1. Rother Glaskopf vom Irrgang bei Platten in Böhmen. Nierförmig, die Fasern stark verwachsen, auch die concentrisch krummschaligen Schichten fest verbunden. Die Flächen der zweiten körnigen Zusammensetzung sind glatt und ziemlich stark glänzend, besonders gegen die gemeinschaftliche Unterlage zu. Hin und wieder liegen rothgefärbte Schalen von Quarz zwischen den einzelnen stänglich zusammengesetzten Partien.

Wenn brauner Glaskopf zu rothem wird, so mufs sich das Volumen um etwa ein Viertel des ersteren vermindern; daher ist es möglich, ja es läfst sich erwarten, dafs die Zusammensetzungsflächen zwischen mehren solchen Partien zu wirklichen Trennungsflächen werden. Auch können sie dem entweichenden Wassergehalte als Abzugskanäle dienen. Brauner Glaskopf enthält in den meisten Varietäten Kieselerde, wahrscheinlich, übereinstimmend mit den Ansichten von Fuchs, der den Chalcedon für einen opalhaltigen Quarz nimmt, ebenfalls in dem Zustande von Opal. Diese Kieselerde wird zugleich mit dem Wasser aus den Fasern entfernt, aber sie setzt sich in einigen der erweiterten Zu-

Digitized by Google

sammensetzungsflächen gangweise als Quarzschale ab, roth gefärbt, übereinstimmend mit dem allgemeinen Zustande der Bildung.

2. Ein anderes Stück von demselben Fundorte in dem k. k. Hof-Mineralienkabinete im frischen Bruche zwischen faserig und glimmerig schuppig, und ganz ähnlicher Beschaffenheit wie der Lepidokrokit, zeigt auf einer Längenkluft statt der gewöhnlichen Quarzgänge einen Absatz von kleinen Quarzkrystallen.

3. Nicht alle Stufen von Platten zeigen die dünnen Fasern der so ausgezeichneten splitterförmigen Fragmente. Bei manchen ist ganz frischer Bruch, schuppig, mit kleinen metallglänzenden Individuen nahe den Tilkeroder Varietäten, aber alte Bruchflächen, vor der vollständigen Veränderung gebrochen, sind allerdings noch fein und parallel gestreift, wie der frische Bruch an weniger veränderten Splittern, und beurkunden daher unzweifelhaft die Veränderung. Solche Flächen sind aber auch oft mit rothem Eisenrahm — mikroskopischen Eisenglanzkrystallen — überzogen. K. k. Hof-Mineralienkabinet.

4. Die bekannten Pseudomorphosen nach Flufswürfeln von Johann-Georgenstadt. Die Zusammensetzung derselben bietet viele höchst wichtige Daten. Die Würfel waren wohl ohne Zweifel Flufsspath. Sie bildeten ursprünglich eine Lage von etwa einem halben bis dreiviertel Zoll Dicke auf einer Unterlage, die nun dichter Rotheisenstein ist. Aber an der oberen Seite, wo die Flufskrystalle als früher aufgesessen angenommen werden können, zeigen sich schiefwinklige Durchschnitte, wie von Spatheisensteinrhomboëdern. Die Oberfläche der Würfel ist mit einer dünnen Lage, etwa eine Linie dick, von faserigem rothem Glaskopfe überzogen, deren Oberfläche nierförmig, glatt und ziemlich glänzend erscheint. Darüber liegt stellenweise noch eine dünne Haut von Quarz. Der ganze Raum der ehemaligen Würfel ist von krystallinischem Quarze ausgefüllt, zuweilen die Drusenräume mit Krystallen besetzt. In einigen dieser Drusen erscheinen kleine Eisenglanzkrystalle, so wie

Digitized by Google

die Quarzkrystalle, selbst wo sie aneinanderstofsen, eine rothe Färbung von Eisenoxyd zeigen. Auch der dichte Rotheisenstein ist stellenweise unmittelbar mit einer Rinde von rothem Glaskopf überzogen, und über diesen erscheint wieder krystallinischer Quarz, von welchem sich beim Zerbrechen die nierförmigen Gestalten des Glaskopfs leicht lösen und glatte nierförmige Vertiefungen hinterlassen.

Die Quarzdrusen im Inneren der Pseudomorphosen zeigen herabgefallene abgelöste Quarzkrystallrinden, die am Boden der Druse liegen blieben. Der obere Theil ist wieder voll krystallisirt, der untere Theil der Druse übrigens wieder mit kleinen Krystallen, gröfstentheils Quarz — Fournet's Krystallschnee — belegt.

Die Geschichte der Bildung dürfte nahe folgende gewesen seyn:

1) Gänge von Spatheisenstein, in den Drusenöffnungen krystallisirt, und bedeckt mit krystallisirtem Flufs.

2) Anogene Veränderung; der Spatheisenstein verwittert, wird zu dichtem Brauneisenstein, zugleich setzt sich eine Lage von braunem Glaskopf an, an der Oberfläche des Flufsspaths und auf Oeffnungen im Inneren des Brauneisensteins.

An den Hüttenberger Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Spatheisenstein bemerkt man zunächst der Oberfläche der rhomboëdrischen Formen nur das am wenigsten krystallinische Residuum, dicht, voll Höhlungen, deren Seiten den rhomboëdrischen Durchschnitten entsprechen. Entfernter von der Oberfläche gewahrt man die Absätze von braunem Glaskopf. Während des im Allgemeinen elektronegativen, anogenen Vorganges zeigt sich doch von der Oberfläche gegen das Nebengestein, oder der Bewegung entgegengesetzte oder geschlossene Räume der elektro-chemische Gegensatz von negativ und positiv. Eben so ging hier die Bewegung vom Contact von Flufs- und Spatheisenkrystallen aus, und die Oberfläche der Flufskrystalle, wie die Sprünge im Inneren der Spatheisensteinrinde, bildeten gegen denselben das positive Ende.

Digitized by Google

3) Katogene Veränderung mit schneller bedeutender Erhöhung der Temperatur. Der Flufs wird aufgelöst und Quarz krystallisirt an dessen Stelle; der Brauneisenstein wird zu rothem Glaskopf, und die darin früher enthaltene Kieselerde legt sich theils zwischen den nierförmigen Schichten, theils zwischen den Partien desselben in Quarzlagen ab. Während dieser Periode treten Volumveränderungen ein, deren plötzliche Ausgleichungen durch ungleichförmigen Druck das Herabfallen in den Drusen sich bildender Quarzrinden veranlassen. Den Schlufs der Periode macht das Krystallisiren der metallisch glänzenden Eisenoxydschüppchen in Drusen und zufällig vorhandenen Klüften.

5. Kleinnierförmiger rother Glaskopf von Johann-Georgenstadt überdeckt dichten Rotheisenstein voll Höhlungen; in diesem ist Eisenglanz in feinen Schuppen abgesetzt. K. k. Hof-Mineralienkabinet.

6. Breccie von rothem Glaskopf von der Rotheisenstein-Lagerstätte bei Oberhals, unweit Kupferberg in Böhmen. Fragmente, bis zu zwei Zoll breit, von etwa einem halben Zoll dicken Glaskopfschalen, die Fasern ziemlich parallel, aber mit deutlich nierförmiger Oberfläche, sind zu einer festen breccienartigen Masse, einem wahren Trümmergesteine, einer Gangbreccie zusammengekittet durch Quarz, der in den zufälligen Drusenräumen krystallisirt erscheint. Die Glaskopfschalen sind deutlich vielfältig zerbrochen, und aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, hin und wieder nur von Quarztrümmern durchsetzt. Der Quarz selbst ist gemengt mit Bruchstücken, zum Theil fein zerrieben, von dichtem Rotheisenstein. Auf einigen feinen Längenspalten im Glaskopfe selbst liegt weifses, wenig röthliches Steinmark.

Ohne Zweifel sind dergleichen Stücke nicht so unmittelbar gebildet, wie sie sich uns jetzt darbieten. Man könnte annehmen es wäre schon Rotheisenstein dagewesen, erst gebildet, dann zertrümmert, endlich mit Quarz zusammengebacken; aber die Analogie leitet uns auch hier, erst die ursprüngliche Bildung von braunen Glaskopfgeoden anzu-

Digitized by Google

nehmen, dann in einem abgesonderten Vorgange die Entfernung des Wassers und die Quarzkrystallisation.

In dieser Art von Gangbreccie finden sich die Fragmente grofser nierförmiger Gestalten, welche die Blutsteinsplitter, oft von zwei Schuh Länge, geben, aber immer nur Fragmente, durch krystallisirten Quarz fest verbunden, oder auch nur locker die fein zerriebenen dichten oder ochrigen Rotheisensteine. Häufig sind die Fragmente aber auch klein und in der Regel sckarfkantig. Ganze vollständige Geoden von rothem Glaskopf, wie man sie von braunem Glaskopf nicht selten antrifft, sind bisher von den Mineralogen noch nicht beschrieben worden.

7. Unter den Stücken von Oberhals bei Kupferberg, in der Sammlung des k. k. Montanistischen Museums zeigt eines die Verschiedenheit der Veränderungen, welche mit demselben Gegenstande vorgehen können, höchst auffallend. Eine Schale von rothem Glaskopf, etwa fünf Linien dick, ist zu beiden Seiten von Quarz umschlossen, aber nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zusammenhange, sondern in mehrere Stücke zerbrochen, und mehr oder weniger aus der ursprünglichen Richtung gebracht. Die zwei gröfsten Fragmente sind nur durch eine etwa drei Linien dicke gangförmige Lage von Quarz getrennt, einige kleinere sind ganz abgebrochen und in der Quarzmasse fast rechtwinklig gegen die vorige Richtung verschoben. Von den zwei gröfseren Bruchstücken ist nun das eine durch und durch rother Glaskopf, wenn auch mit den bei dem rothen Glaskopf so gewöhnlichen Longitudinalblättchen von Quarz zwischen den zweiten körnigen Zusammensetzungsstücken, zum Theil in der Richtung der Fasern zusammengedrückt. Das andere Stück, welches augenscheinlich in der Richtung der Fasern weniger stark zusammengedrückt worden ist, zeigt sich nur in der mittleren Lage als Rotheisenstein, der Theil zunächst der oberen und der unteren nierförmigen Oberfläche der Glaskopfschale ist zu rothem Jaspis verändert worden.

Ohne Zweifel ist diefs durch das Eindringen einer kie-

Digitized by Google

selerdigen Auflösung bewerkstelligt worden. Der Quarz an der oberen Seite der Glaskopfschale ist voll von unregelmäſsigen Höhlungen, zum Theil leer, oder von unter schiefen Winkeln sich schneidenden Quarzhäutchen durchzogen, rauh und von Eisenoxyd röthlichbraun gefärbt, zum Theil mit kleinen grünen Krystallen, oder feinkörnigem, selbst erdigem Atakamit erfüllt, mit hinlänglicher Deutlichkeit das frühere Vorhandenseyn von Kupferkies beurkundend; der an die untere Seite der Glaskopfschale anschlieſsende Theil des Stückes ist eine Gang-Reibungsbreccie, aus Quarz und Rotheisensteinlagen, mannigfaltig gemengt und gebogen, bestehend; er ist von feinerem Korn als der übrige Theil, welcher die Fragmente der Glaskopfschale umschlieſst, aber geht in denselben unmittelbar über.

Aus den bisher erörterten Beobachtungen lassen sich ungefähr folgende Bildungsperioden ableiten:

1) Gang von derbem Kupferkies, Spatheisenstein und Quarz.

2) Anogene Bildung von braunem Glaskopf durch Oxydation des Spatheisensteins; der Kupferkies unverändert.

3) Fortsetzung der elektro-negativen Einwirkung auf die Stoffe der ersten Periode, aber katogen gegen die zweite. Der braune Glaskopf wird zu rothem, Quarz theils amorph als Jaspis, theils krystallinisch in den Drusen folgt. Durch die Zusammenziehung entstehen neue, zum Theil gewaltsame Ausgleichungen der Druckverhältnisse; Breccienbildung im Gange. Oxydation des Kupferkieses. Chlor trat dabei in's Spiel und verband sich mit Kupfer zu Atakamit, der als letztes Product in den Drusenräumen auskrystallisirt ist.

8. An einem Stücke von der hohen Wiese bei Unterhals nahe der vorhergehenden Localität ist der gröſste Theil der Glaskopfschalen von rothem Jaspis ersetzt, einige derselben gänzlich, der gröſsere Theil aber zunächst der Oberfläche und der Unterlage. Quarz, der selbst als Chalcedon in nierförmigen Schalen zu erscheinen fähig ist, zeigt hier nichts desto weniger deutlich die Gestalt der Schalen

Digitized by Google

des rothen, oder wenn man bis zur Krystallisation freier Bildung zurückgeht, des braunen Glaskopfs. Hier ist nach der Periode der Entwässerung des ursprünglichen braunen Glaskopfs eine zweite, anogene, eingetreten, bezeichnet durch die Bildung von Quarz in verschwindenden Individuen. Gangtrümmer von krystallisirtem Quarz zeigen endlich die Ausgleichung der Ruhe nach dieser Bildung.

9. Die Pseudomorphosen von Annaberg in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet zeigen eine beachtenswerthe Verschiedenheit in der Oberfläche der nierförmigen Gestalten, welche das Aeufsere bilden, und dem Innern ganz verschlossener Räume. Die skalenoëdrischen Kalkspathkrystalle sind überall gänzlich verschwunden, die Oberfläche derselben ist leicht im Querbruche der nur als Rinde übrig gebliebenen Ersatzmasse zu unterscheiden. Letztere besteht in der äufseren und inneren Lage aus faserigem Rotheisenstein. In den verschlossenen inneren Räumen haben sich Eisenglanzschuppen abgesetzt. Wäre das Bildungsverhältnifs gleich gewesen, so würden sich nicht zweierlei Producte gebildet haben. Der Schlufs, dafs auch hier die faserigen Krystallrinden erst als Brauneisenstein bestanden hatten, liegt daher gewifs nicht fern. Wo diese Krystallrinde zerbrochen war, setzt die nierförmige Beschaffenheit der Oberfläche auch in das Innere der Pseudomorphosenräume fort.

10. Schuppigfaseriger rother Glaskopf von Zorge am Harz. Durch die eigenthümliche, dem Lepidokrokit unter den Brauneisensteinen ganz ähnliche Structur erscheint die Härte dieser Varietät sehr gering, nicht höher als 3,0 . . . . 4,0, zwischen Kalkspath und Flufs. Breithaupt führte sie deshalb getrennt von den eigentlichen krystallinischen Varietäten des Eisenglanzes und selbst des Rotheisensteins, als »*Weichrotheisenerz*« auf [1]). Aber man hat es ja hier nicht mit einem homogenen Minerale zu thun, sondern mit einer Menge eigenthümlich zart gruppirter Individuen, welche bei den gewöhnlichen Härteprüfungsmethoden der angewandten Gewalt weichen, während das feinste Eisenoxyd

1) Vollständige Charakteristik, S. 244.

Digitized by Google

als Schleif- oder Polirmaterial seine Härte so gut bewährt, als etwa Tripel oder Zinnasche. Auch hier sieht man Quarzgangtrümmer, theils der nierförmigen Oberfläche parallel, theils in der Längenrichtung der Fasern.

Ein Stück von der nämlichen Localität zeigt abwechselnd lockere und festere concentrische Schalen. Die schuppigfaserige Structur ist in den lockeren, bereits in wirkliche unzusammenhängende Schuppen von Eisenglimmer aufgelöst. Die Veränderung ist hier noch weiter fortgeschritten, als bei dem vorhergehenden, welches noch deutlich die Längsfasern bewahrt. Keine Erklärung als die, welche eine Pseudomorphose aus braunem Glaskopf voraussetzt, pafst auf die zahlreichen, mehr und weniger breiten concentrischen Lagen, die festeren faserig und dicht geschlossen, die lockeren aus unzusammenhängenden Schuppen bestehend.

Aber ein Theil des Stücks zeigt noch eine höchst merkwürdige Erscheinung. Von einem Sprunge ausgehend, der die nierförmigen Schalen durchsetzt, ist in die eine Hälfte Kieselmaterie eingedrungen, und zwar zwischen den dichteren Lagen hinein in die lockeren schuppigglimmerigen. Aber es war ohne Zweifel eine wäfsrige Kieselerdelösung, Resultat eines wahren anogenen oder elektro-negativen Fortschritts; denn das Eisenoxyd wurde in Oxydhydrat verwandelt, und bildet nun, mit dem festgewordenen Quarz gemengt, einen gelben Eisenkiesel in verschwindend-körniger Zusammensetzung. Höchst auffallend ist in einem Durchschnitte der Contrast der festeren, durch das Ganze hindurchlaufenden eisenschwarzen Streifen auf der einen Seite gegen das dunkle Kirschroth der flimmernden weichen Eisenglimmerschuppen, auf der anderen gegen die scharf abschneidenden concentrischen Zeichnungen des harten gelben Eisenkiesels.

11. Ich verdanke dem k. k. Hrn. General-Landes- und Haupt-Münzprobirer A. Löwe ein durch das Zusammenvorkommen des rothen und braunen Glaskopfes höchst merkwürdiges Fragment eines Stückes aus seiner Sammlung, das

Digitized by Google

er selbst vom Harze mitgebracht hatte. Es ist etwa einen Zoll dick, an einer Seite mit etwa zwei Linien braunem Glaskopf überzogen. Von der anderen Seite besteht es aus ziemlich stark glänzenden, eisenschwarzen, mannigfaltig unter einander laufenden nachahmenden Gestalten des rothen Glaskopfes mit glatten Trennungsflächen der zweiten Zusammensetzung. Die beiden Arten der Glasköpfe sind auf feinkörnigem Eisenstein aufgewachsen, der gegen die eine Seite gröfstentheils zu dem rothen, gegen die andere zum braunen gehört; doch ist in dieser aus kleinen Individuen bestehenden Masse schon fast Alles Rotheisenstein. In einigen der Glaskopfschalen ist nur der untere Theil roth, der obere braun; einige, welche augenscheinlich nur zu einem einzigen Absatze gehören, sind an der einen Seite braun, in der Fortsetzung roth, und schliefsen mit anderen Schalen in verschiedene Gruppirungen zusammen, die noch vollständig braun sind. Es müssen die einen wie die anderen Theile durch den gänzlich gleichen Bildungsprocefs gegangen seyn, und dabei bleibt nun keine Wahl, als anzunehmen, dafs der Brauneisenstein zuerst bestanden habe. Das Stück selbst ist aber zu klein, um, wie bei den nachfolgenden Varietäten von Villa ricca, den Anfang der Veränderung zu beobachten.

12. Sehr werthvolle Daten für die Geschichte der Veränderungen in dem Zustande der Eisensteine und der Schichten überhaupt, in welchen sie vorkommen, liefern die schönen brasilianischen Glasköpfe von Antonio Pereira. Das k. k. Montanistische Museum besitzt mehrere, von Dr. Baader erkauft, vorzüglich aber sind viele derselben, von Dr. Pohl gesammelt, in dem k. k. Hof-Mineralienkabinette aufbewahrt. Man hat Stücke, die ohne genaue Untersuchung die feinkörnige Structur eines Magneteisensteins darstellen; dabei aber zeigen sie auch etwas schiefrige Bruchflächen, wie es bei jenem so häufig ist. Aber sie erscheinen schon beim Aufheben sehr leicht, geben auch einen gelblichbraunen Strich wie Brauneisenstein. Schon bei der genaueren Betrachtung durch die Lupe zeigt sich die Masse porös,

Digitized by Google

und zwar so, dafs man anzunehmen berechtigt ist, anstatt eines jeden der früher vorhandenen körnig zusammengesetzten Individuen sey nur eine Haut von Eisenoxydhydrat übrig geblieben, welche man deutlich in den feinen, faserig glaskopfartigen Durchschnitten auf den Bruchflächen erkennt.

Gangartige Räume, welche die schiefrige Structur dieser Massen schneiden, sind nun von den schönsten, nachahmenden Gestalten von braunem Glaskopf erfüllt, abwechselnd in mehr und weniger feinfaserigen Varietäten. Regelmäfsig ist die Aufeinanderfolge von unten: 1) ganz feinfaserig; 2) schuppig-blättrig; 3) strahlig; also immer mehr krystallinisch; zuweilen wiederholt sich die Folge noch einmal. Die Aufeinanderfolge von 1, 2 und 3 gilt als Beweis einer immer langsamer fortschreitenden Bildung, daher vollkommnere Krystallisation; die unterste Schicht aus verschwindenden Individuen ist am dichtesten geschlossen, die oberste besteht schon aus so starken Individuen, dafs sie in sich als homogen abgeschlossen erscheinen.

Es ist wichtig, diese Betrachtungen voranzuschicken, bevor man es unternimmt die Verhältnisse einer noch weiteren Veränderung zu berücksichtigen, welche einige von diesen Varietäten zeigen. Ganz am Salbande des Ganges, und zwar oft zu beiden Seiten, findet sich eine Ablösung, die mit rothem pulvrigen Eisenoxyd belegt ist, zuweilen, in zufällig vorhandenen hohlen Räumen, feine Eisenglimmerschüppchen abgesetzt. Die zwei anstofsenden Lagen, die dichte faserige und die weniger dichte schuppig-blättrige sind rother Glaskopf, die strahlige Lage ist brauner Glaskopf. Aber auf der anderen Seite ist auch das Nebengestein nicht mehr die poröse Masse mit gelblichbraunem Strich; sondern diese Masse giebt einen rothen Strich, ist Eisenoxyd, oder ganz fein zertheilter Rotheisenstein, doch nur ungefähr eben so tief, als die rothen Schichten im Glaskopf jenseits der Ablösung. Ohne Zweifel ist hier eine, wohl durch höhere Temperatur bedingte Entwässerung längs der Ablösungsfläche thätig gewesen, welche zu beiden Seiten den Brauneisenstein in Rotheisenstein verwandelte, im Glas-

Digitized by Google

kopf bis an die strahlige Schicht. An einem Stücke findet sich die Ablösung über dieser strahligen Schicht, dann dringt die Veränderung auch von oben nicht in sie hinein. Diese Individuen scheinen hinlänglich grofs und homogen krystallisirt gewesen zu seyn, um der Veränderung keinen Angriff zu bieten.

13. Die Glasköpfe von Tilkerode am Harz. Mohs hat diese Varietät stets als das wichtigste Verbindungsglied zwischen den unmittelbar bestimmbaren Eisenglanzvarietäten und den verschwindenden Individuen der rothen Glasköpfe betrachtet. Sie zeigen auch vollkommen die hämatitische Form, aber sie besitzen nicht mehr die hämatitische Structur. Frisch entzwei gebrochen erscheint Eisenglanz in der Farbe zwischen Stahlgrau und Eisenschwarz, in kleinkörniger Zusammensetzung, kaum noch Spuren einer allgemeinen faserigen Anordnung, der hämatitischen Structur entsprechend. Die einzeln tafelartigen dadurch eisenglimmerähnlichen Individuen liegen in allen Richtungen durch einander. Wo man aber Bruchflächen bemerkt, die durch natürliche Klüfte augenscheinlich vor der Beendigung der letzten Krystallisirungsperiode hervorgebracht waren, da ist auch die zartfaserige, der Gestalt entsprechende Structur noch deutlich zu erkennen. Auch hier kommen dichtere und weniger dichte Schichten vor, Eisenglanz und Weichrotheisenerz. Die ersteren sind metallisch, körnig, hart, die letzteren bräunlichroth, faserig und weich.

An dieser Varietät beurkundet sich ein katogener Fortschritt, nebst den durch Krystallisation immer deutlicher werdenden Individuen durch die anfangende Bildung von feinkörnigem Spatheisenstein, der hin und wieder, gegen die Oberfläche der nierförmigen Gestalten zu, innerhalb der concentrischen Schalen den früher von dem Eisenglanz erfüllten Raum einnimmt. Bewundernswürdig ist das Bestehen der Form während eines zweimaligen Wechsels der Substanz von braunem Glaskopf zu rothem, und selbst zu Eisenglanz, und von diesem wieder zu Spatheisenstein.

14) Die Bildung von Spatheisenstein nach Rotheisen-

Digitized by Google

stein ist an einem Stücke von Tilkerode im k. k. Hof-Mineralienkabinette vorzüglich lehrreich. Von zwei concentrischen Schalen ist die innere Eisenglanz, die äuſsere netzförmig gruppirter Spatheisenstein in kleinen Krystallen. Die nierförmige Oberfläche dieser Schale bestand ursprünglich aus einer Menge kleiner splitterförmiger Kugelausschnitte, von der zweiten Zusammensetzungsfläche in perpendiculärer Richtung begränzt. An diesen bei den Glasköpfen so häufig glatten Flächen konnte ein fremdartiger Stoff am leichtesten einwirken, an der Stelle derselben sieht man auch wirklich den Spatheisenstein. Gegen die Mitte zu sind die Kugelausschnitte hohl geworden.

15. Bei den Tilkeroder Eisenglanzen in der Gestalt der Glasköpfe finden sich zuweilen gerade in denjenigen Lagen, welche das gröbste Korn der Zusammensetzung zeigen, auch Drusenräume, die mit Spatheisensteinkrystallen ausgekleidet sind. K. k. Kof-Mineralienkabinet.

16. Die Gestalt mancher Drusen von Eisenglanz erinnert lebhaft an die nierförmige Anordnung der Rotheisensteine. Die Krystalle sind tafelartig, Eisenglimmer; sie sind sämmtlich dergestalt aufgewachsen, daſs sie mit den Seiten der Tafeln auf der Unterlage fest sitzen, und erhalten dadurch ein fächerförmiges Ansehen. Beispiele in dem k. k. Hof-Mineralienkabinette geben die Localitäten von Gera; die Eisenglimmerblättchen bilden eine Rinde von etwa einem Viertelzoll Dicke, sie sind von Quarzkrystallen begleitet, die über einen halben Zoll lang sind; eine andere aus Schweden, ohne Angabe des Ortes, vollkommen ausgebildete, tafelartige, aber eben so fächerförmig gruppirte, mehr als einen halben Zoll groſse, niedrige, sechsseitige Prismen; endlich eine innere Gangausfüllung zwischen zwei mit nierförmigen Eindrücken versehenen Oberflächen von rothem Glaskopf. Von Auſsen gegen Innen fortschreitend, erscheint erst eine dünne Lage feinfaserigen Rotheisensteins, dann eine etwa doppelt so dicke schuppig-blätterig, ähnlich den Varietäten von Tilkerode, zuletzt die fächerförmig gruppirten Krystalle von Eisenglanz, die mit scharfen Ecken

Digitized by Google

und Kanten in den weifsen krystallinischen Quarz hineinreichen. Die Fortsetzung gleichförmiger Bildung ist dabei evident. Aber die Temperatur- und Druckverhältnisse waren hier so genau im Gleichgewichte, dafs beide Species, Quarz und Eisenglanz, sich rein von einander abscheiden konnten.

17. Unter den Pseudomorphosen nach Kalkspath in dem k. k. Montanistischen Museum befindet sich ein Stück, mit der Aufschrift: »*Rother Eisenocker aus Sachsen*«, das in seiner Eigenthümlichkeit als ein nicht unwichtiger Vergleichungspunkt für die Veränderungsprocesse erscheint, welchen die Mineralspecies unterworfen sind. Es ist eigentlich eine Pseudomorphose von Kalkspath nach Kalkspath. Die Gestalt der Pseudomorphose ist die bekannte der Skalenoëder S^3, mit dreifacher Axenlänge aus dem Grundrhomboëder R abgeleitet. Sie bestehen im Inneren aus körnig zusammengesetztem, von Eisenoxydhydrat braun gefärbtem, uneben- und krummblättrigem Kalkspath, mit einem eigenthümlichen Gewichte von 2,709, zu Innerst aus reinem, weifsem, geradblättrigem Kalkspath; in kleinen Drusen in dem ersteren ist das Nadeleisenerz in Kystallspitzen rein ausgeschieden zu sehen. Die Räume zwischen den Skalenoëdern sind mit derselben Masse ausgeglichen, so dafs der Gang ganz vollständig ausgefüllt war. Die Pseudomorphosen lassen einen Abdruck darin zurück, der von pulverigem Eisenoxyd roth gefärbt ist, eben so wie die Oberfläche der Skalenoëder. Ueberdiefs bemerkt man auf einer Hälfte der Oberfläche der Letzteren, die man wohl als die obere annehmen kann, einen Absatz von dichtem Rotheisenstein, der bis $1\frac{1}{2}$ Linien dick ist. Kleine Oeffnungen in dieser Rinde sind mit mikroskopischen Eisenglanzschüppchen bedeckt.

Für die Construction der Bildung dürfte folgendes Schema sich sehr der Wahrheit nähern.

1) Kalkspathgang in dem Gebirgsgestein, die Krystalle Skalenoëder, etwa von gelblicher Farbe wie die von Derbyshire.

2) Absatz von Schwefeleisen, Eisenkies, auf der gan-

Digitized by Google

zen Oberfläche, vorzüglich von der oberen Seite; katogener Procefs in elektro-positiver oder reductiver Richtung.

3) Erhöhung der Temperatur, wenn auch vielleicht nicht zur vollständigen Schmelzung, doch so weit, um die Individualität der Masse in den Skalenoëdern zu zerstören. Gleichzeitige Verwandlung des Schwefelkieses in dichten Rotheisenstein. Keine Spur von faserigem Gefüge deutet auf braunen Glaskopf. Auch der Kalkspath, der das Ganze umschlofs, ist nun ohne Individualität, aber die festen Kiesrinden verhinderten die gänzliche Zerstörung der Form. Doch sind wirklich die Spitzen der Skalenoëder von dem Körper derselben häufig ein wenig aus der ursprünglichen Lage hinweggedrückt.

4) Anogene Bildung des Eisenoxydhydrats gleichzeitig mit der Krystallisirung durch die ganze Masse, aber zunächst an den Eisenoxydoberflächen der ehemaligen Skalenoëder, von uneben- und krummflächigem Kalkspath. Bei endlich eingetretener Ruhe und mehrerer Erkaltung, Vollendung der Krystallisation des reinen Kalkspaths in den letzten noch übrig gebliebenen Räumen.

Die wahrscheinlichen Vorgänge bei den im Vorhergehenden beschriebenen Varietäten wurden so ausführlich in jedem einzelnen Falle betrachtet, dafs es als allgemeines Resultat genügen wird anzuführen, dafs sich in der Natur allerdings eine ununterbrochene Reihe von Vorkommen findet, welche die ursprüngliche Bildung des braunen Glaskopfs, die pseudomorphe Bildung des rothen Glaskopfs aus demselben beweisen, die sich selbst bis zur Bildung von Eisenglanz in den Räumen erstreckt, deren Form von der ursprünglichen Bildung des braunen Glaskopfs abhängt.

II. Bildung der wichtigsten eisenhaltigen Species überhaupt.

Die bisher beschriebenen Eisensteinvarietäten und die Betrachtungen, welche unmittelbar daran geknüpft sind, scheinen unwiderleglich zu wichtigen Schlüssen zu führen, die hier kurz zusammengestellt werden sollen. Die Beob-

Digitized by Google

achtungen an den pseudomorphen Bildungen gelten als Urkunden, auf welche sich die Geschichte von Vorgängen bauen läfst, deren Epochen sie bezeichnen. Durch die Unveränderlichkeit der Naturgesetze kommen sie in das Bereich unserer gewöhnlichen Betrachtungsweisen, und vermehren Schritt für Schritt die Evidenz des Metamorphismus in den Erdschichten.

Die wichtigsten eisenhaltigen Mineralspecies sind: Brauneisenstein (Göthit, Limonit, Lepidokrokit), Spatheisenstein (Siderit), Rotheisenstein (Hämatit), Magneteisenstein (Magnetit), Schwefelkies (Pyrit), oder chemisch betrachtet, den Hauptbestandtheilen nach: Eisenoxydhydrat, kohlensaures Eisenoxydul, Eisenoxyd, Eisenoxyduloxyd, Schwefeleisen im Maximo. Wir sehen sie in mancherlei Abwechslungen, die einen theils wirklich pseudomorph in den Formen der Krystalle der anderen erscheinen, theils werden sie auf Unkosten und während der Zerstörung derselben in unregelmäfsigen, aber abgeschlossenen Räumen gebildet.

1. *Der Brauneisenstein* ist die einzige Species, deren Bildung unter Umständen erfolgt, die mit organischem Leben verträglich ist. Selbst dann wirken organisch zusammengesetzte Säuren oder Phosphorsäure mit zur Bildung eines Eisenoxydhydrats, amorph oder pulverig. Am nächsten stehen hier die von Ehrenberg aufgefundenen eisenhaltigen Organismen in den Raseneisensteinen. Schon der faserige Brauneisenstein oder braune Glaskopf wird unter Verhältnissen gebildet, die organisches Leben ausschliefsen, nur die Oberfläche verwitternden Spatheisensteins zeigt den dichten Brauneisenstein, während sich der Glaskopf im Inneren absetzt.

Hüttenberg in Kärnthen liefert mannigfaltige erläuternde Beispiele. Unter anderen verdient hervorgehoben zu werden, dafs man dort nicht selten um und um zusammenhängende nachahmende Gestalten von braunem Glaskopf findet, die sich unzweifelhaft noch in derjenigen Lage befinden, in welcher sie entstanden sind. Die Höhlung im Inneren der Geoden ist von der nierförmigen Oberfläche

Digitized by Google

gebildet. Im Grunde derselben trifft man öfters eine Lage von Glimmerschüppchen, welche während des Vorgangs der Pseudomorphose unaufgelöst zurückblieben. Die Verwitterung nahe der Oberfläche, bei raschem Einflusse der Atmosphäre, läfst auch im Gefolge des dichten Brauneisensteins die aus verschwindenden Individuen bestehenden Quarzvarietäten wahrnehmen, wie Chalcedon oder auch die Opale. Faseriger Brauneisenstein wird zum Theil noch überdeckt von Chalcedon, häufig aber auch schon von krystallisirtem Quarz, beides häufig zu Hüttenberg in Kärnthen. Der letztere ist endlich gleichzeitiger Bildung mit dem Nadeleisenerz oder Göthit. Wohl die schönsten Beispiele davon sind die von Lostwithiel in Cornwall. Die Anordnung der beiden Species weist aber darauf hin, dafs auch hier zuerst Spatheisenstein gebildet war, der durch Pseudomorphie zerstört wurde. Ein Exemplar im k. k. Hof-Mineralienkabinet zeigt die deutlichen Durchschnitte der ursprünglichen, mehr als zollgrofsen Spatheisenstein-Rhomboëder. An der Oberfläche und an Sprüngen, der Theilbarkeit entsprechend, ist eine dünne Krystallrinde von Quarz sichtbar, gegen die frühere Aufsenseite der Spatheisenstein-Krystalle abgesetzt, die Spitzen von derselben divergirend. Der innere Raum ist mit faserig gruppirten, aber in deutliche Individuen ausgehenden Nadeleisenerz Krystallen bedeckt, die ebenfalls an der Oberfläche beginnen. Der innerste Raum endlich ist von weifsem krystallinischem Quarze erfüllt. Auch die Varietäten, welche keine an frühere Krystallisation erinnerde Durchschnitte der Quarzrinden zeigen, welche sodann mit den Eisenerzkrystallen bedeckt sind, haben doch stets die dem Inneren von Pseudomorphosen so sehr entsprechende zellige Structur. Sie sind an den Orten gebildet, wo sich früher nicht die frei auskrystallisirten, sondern die körnig zusammengesetzten Spatheisensteine befanden.

2. *Der Spatheisenstein* erscheint zuerst in kleinen krummflächigen Individuen als Product katogenen Fortschritts in Thon, zum Theil traubig und nierförmig gruppirt, oder pseudomorph nach Holz, wie bei Altsattel in Böhmen. Eisen-

senhaltige blasige Gesteine geben unter ähnlichen physikalisch-geologischen Verhältnissen der Feuchtigkeit und des Drucks Anlaſs zur Bildung des Sphärosiderits, wie der bekannte von Steinheim bei Hanau.

In den Schichten der Braunkohlengebirge, noch mehr mit den Schwarzkohlen, ist der thonige Sphärosiderit weit verbreitet.

Reduction durch vegetabilische Stoffe; Kohle, ohne Vorwalten von schwefelsauren Salzen in der befeuchtenden Flüssigkeit, ist bei dieser Veränderung des ursprünglich in den Thonen im feinzertheilten Zustande eines Oxydhydrats vorhandenen Eisens thätig gewesen.

Erst in noch tieferen Schichten erscheint der Spatheisenstein in gröſseren Individuen, theilbar, glattflächig, in den Lagern und Gängen des Grauwackengebirges und Thonschiefers.

3. *Der Schwefelkies*. Dieſs ist wohl die erste deutliche mineralogisch erkennbare, neugebildete Species in dem katogenen Fortschritte der Erdschichten. Schon in den Torflagern findet sich Schwefelkies in den Quellengängen abgesetzt, als Ueberzug, Krystallrinde der Knoten, der Wurzeln und andere Gestalten. In den Thonlagern, zunächst Wurzelstückchen umgebend, und dann als Veranlassung zu Zusammenziehung von Kugeln, Krystallgruppen und nachahmenden Gestalten.

Vorwalten schwefelsaurer Salze in der befeuchtenden Flüssigkeit während des reductiven Fortschritts oder der elektro-positiven Veränderung bedingt die Bildung des Schwefelkieses.

Schon in den Mergeln und Gypsen des Salzgebirges finden sich einzeln eingewachsene Krystalle. Statt der nachahmenden Gestalten in den Torfen und weniger vollendeten Braunkohlen, erscheinen krystallinische Varietäten schon auf den Klüften der besseren Braunkohlensorten oder der Schwarzkohlen. Thonschiefer, Chloritschiefer enthält eingewachsene Krystalle, Würfel, Pyritoide häufig. Im Syenit, vorzüglich im Granit, ist der Schwefelkies derb.

Digitized by Google

Spatheisenstein erscheint häufig derb begränzt mit Kupferkies, mit Fahlerz, seltener mit Schwefelkies, der in denselben gewöhnlicher in eingewachsenen Krystallen vorkommt, niemals umgekehrt.

4. *Der Magneteisenstein* erscheint als Resultat reductiver Bildung in gewissen braunen Eisenochern, wie an den Gulsen bei Kraubat, nach Stücken in dem k. k. Montanistischen Museum. Es sind gelbe Ocher, stark magnetisch, durch einzeln im Innern zu beobachtende Punkte.

Eingewachsene vollkommen gebildete Krystalle gleichzeitig und neben Schwefelkieskrystallen in Chloritschiefer sind bekannt, wie die von Latterding bei Hofgastein in Salzburg.

Die Körner und Krystalle in den Basalten sind Resultate der Anziehung gleichartiger Theile, während der Periode der Festwerdung und der damit in Verbindung stehenden Krystallisation. Sie darf wohl als katogen bezeichnet werden, da die Einwirkung des Sauerstoffs ausgeschlossen ist, und sich die Temperatur nach und nach aus einer höheren der der normalen Stellung nähert. In den mehr krystallinischen Doleriten, in den Syeniten erscheint der Magneteisenstein mehr derb, begränzt durch die später eingetretene überwiegende Aeufserung der Krystallisationskraft der übrigen Species.

Die grofsen Ablagerungen von Magneteisenstein sind vorzugsweise begleitet von talkerdehaltigen Mineralien, oft noch Hydraten, Serpentin, Chlorit, ferner von Talk, Amphibol, Augit, Epidot, häufig von Granat, der selbst ohne Magneteisenstein mit jenem sich findet. Kalkspath häufig, Kupferkies nicht selten. Diese vorwaltende Zusammenordnung verdient für die Vergleichung der aufeinanderfolgenden Zustände die genaueste Berücksichtigung. Das Vorkommen von Apatit ist nicht ohne Interesse, da es mit den phosphorsauren Verbindungen anderer Eisenerzvorkommen verglichen werden kann.

Breithaupt's *Eisenmohr* [1]) von Ehrenfriedersdorf mit

1) Vollständige Charakteristik, S. 238.

Digitized by Google

schwarzem Strich, einer sehr deutlichen Spaltungsrichtung, stark magnetisch, ist wohl eine pseudomorphe Bildung von Magneteisenstein nach Eisenglimmer.

5. *Der Hämatit.* Das Eisenoxyd findet sich unmittelbar entstanden als Eisenglanz in einzelnen spiegelflächigen Krystallen zwischen den Flächen senkrecht auf die Axe breit, als Product der Sublimation noch wirksamer Vulkane, höchst wahrscheinlich aus Chloreisen abgesetzt. Eine ähnliche Chlorverbindung hat wohl auch die Eisenglanzkrystalle in Thonmergel abgesetzt, welche die Pseudomorphosen von Gyps nach Steinsalz bei Gößling an der Ips begleiten. Das in Hexaëderform in Thon eingewachsene Steinsalz selbst ist in Aussee, Hallstatt, Hallein und anderwärts von rother Farbe; wird die ganze Mischung hinweggeführt, so ist es also nicht sehr überraschend, in dem Processe als Nebenproduct Eisenglanzkrystalle zu finden.

Uebrigens erscheint der Hämatit unter den mannigfaltigsten Formen, die seine Bildung aus den oben verzeichneten vier Species in den meisten Fällen beurkunden, theils pseudomorph in der Form derselben, theils wenigstens auf ihre Unkosten gebildet.

Höhere Temperatur verwandelt Brauneisenstein in Rotheisenstein, braunen Glaskopf in rothen, wenn auch nicht so einfach, daß es als ein bloßes Glühen betrachtet werden könnte.

Bekannt sind wohl die stenglichen Thoneisensteine von Schlackenwerth in Böhmen als gebrannte Sphärosiderite, die in einzelnen Nieren, Krystalloïden, oder Flötzfragmenten in Porcellanjaspis, gebranntem Thon vorkommen, unter dem sich wieder gebrannter Schieferthon, endlich die wahre fossile Braunkohlenasche findet. Bei der Veränderung des krystallinischen Spatheisensteins zu dichtem Brauneisenstein erscheinen ebenfalls Zerklüftungen, von der Oberfläche nieder. Hr. Hohenegger, Director der Eisenwerke Sr. k. k. Hoheit des durchlauchtigsten Erzherzogs Karl in Schlesien und Galizien, beobachtete eine ähnliche Zerklüftung an einigen Flötzen der der Karpathenformation angehörigen

Digitized by Google

Sphärosiderite von Kameschnitza bei Teschen, wenn sie geröstet wurden. Man erhielt wahren stenglichen Thoneisenstein.

Man kennt Pseudomorphosen von dichtem Rotheisenstein, oder vielmehr Eisenocher nach Spatheisenstein; dabei bleibt es aber noch ungewifs, ob nicht die Verwandlung in Brauneisenstein vorhergegangen war. Aber die unmittelbare Bildung des krystallisirten Hämatits, des Eisenglanzes auf Unkosten von Spatheisenstein, ist in anderen Varietäten nicht zweifelhaft. Man kennt die grofsen flachen Krystalle von Neuberg, von Niederalpel in Steyermark und anderen Orten, die in Spatheisenstein eingewachsen sind. Sie bieten genau das Bild etwa von Eiskrystallen, die sich in Lehmbrei, oder überhaupt von Krystallen, die in einem erfüllten Raum anschiefsen, dessen Materie der Krystallisationskraft des neugebildeten Körpers weicht. Grofse Tafeln durchsetzen Spatheisensteinindividuen, die man noch durch die leicht zu beobachtende Theilbarkeit, als ursprünglich ein Continuum ausmachend, nachweisen kann. Häufig ist die gleichzeitige Bildung von Schwefelkieskrystallen, vielleicht als elektro-positiver Gegensatz, die in elektro-negativer Richtung vor sich gehende höhere Oxydation des Eisenoxyduls befördernd, während das Ganze doch als ein katogener Procefs betrachtet werden mufs. In einigen Varietäten von Poloma in Ungarn im k. k. Montanistischen Museum sind die zwischen den tafelartigen Eisenglanzkrystallen entstehenden unregelmäfsigen eckigen Räume nicht von Spatheisenstein erfüllt, sondern von einem Gemenge von kleinkörnigem Kalkspath und gelbem Eisenocher oder Eisenoxydhydrat, augenscheinlich dem Resultat einer späteren anogenen Veränderung, wobei das Eisenoxydul des Spatheisensteins zu Oxydhydrat wurde. Der Kalkspath deutet wohl darauf hin, dafs früher auch Ankeit vorhanden war, wie er sich so häufig auch in den oben beschriebenen Varietäten von Neuberg und Niederalpel findet. Der Eisenglanz selbst blieb unverändert.

Die eigentlichen sogenannten Eisenglimmer, wie die von

Digitized by Google

Waldenstein in Kärnthen und von der Seethalalpe in Steyermark, zeigen eine viel weiter in demselben Sinne vorgeschrittene Veränderung.

Aller Spatheisenstein ist verschwunden, nichts ist zwischen den flachen tafelartigen Eisenglanzkrystallen übrig geblieben, als der Schwefelkies; aber jene Tafeln sind auch selbst nicht mehr von zwei parallelen ebenen Flächen der krystallographischen Basis begränzt, sondern sie sind gekrümmt und ganz unter einander verschoben, gerade so, wie sich diefs während eines fortgesetzten langsamen, aber kräftigen Druckes gestalten mufste.

Aber auch ohne dieser Pressung finden sich unbezweifelte Beispiele von Vorkommen von Eisenglanz an der Stelle, welche früher von Spatheisenstein erfüllt war. Unter der Aufschrift: »*Eisenglimmer* (*Göthit*) *aus dem Siegenschen*«, bewahrt das k. k. Montanistische Museum ein schönes Stück dieser Art. Es ist das so häufige grofskörnige Gemenge von Kalkspath röthlich, krummblättrig, mit Kupferkies, Fahlerz und — sollte man es erwarten — Spatheisenstein.

Die ersteren drei sind gleichförmig in ihrer Masse, der letztere aber fehlt gänzlich. Anstatt desselben finden sich gröfsere und kleinere Drusen, mit feinen Eisenglanztafeln besetzt, und genau so, wie man das Innere von Pseudomorphosen zu finden pflegt. Es ist aber nicht eine Pseudomorphose nach einem Krystalle, sondern nach der unregelmäfsigen Gestalt einer derben Masse. Hier wurde die Pressung durch die Spannung der übrigen Species gegen einander verhindert.

Eisenglimmer kommt mit Kupferkies bei Schmölnitz in Ungarn vor.

Der galvanische Gegensatz von Kupferkies, einem Sulfuret und Eisenglanz, einem Oxyd, erscheint zunächst dem Contact der beiden Species sehr schön in den angelaufenen Farben des Kupferkieses an einer Varietät von Schmöllnitz in dem k. k. Hof-Mineralienkabinet. Derber Kupferkies ist umgeben von grofsen, tafelartigen, gekrümmten Eisenglanzkrystallen in schaliger Zusammensetzung, wahrem,

doch grofsblättrigem Eisenglimmer. Zunächst der Berührung der beiden Species ist der Kupferkies mit den lebhaftesten bunten Farben angelaufen, entfernt davon zeigt er seine specifische messinggelbe Farbe, höchstens ein gleichfarbiges goldgelbes Anlaufen. Wie in v. Kobell's Versuch das Zinkblech, auf welches der Kupferkies in eine Kupfervitriollösung gelegt wird, wirkte hier dasjenige Mineral, aus dessen Oxydation der Eisenglanz hervorging; diefs war also wohl kein anderes, als der eigentlich in der Bildung mit Kupferkies auf Lagern gänzlich gleichzeitig, katogen, derb gebildete Spatheisenstein.

Die Pseudomorphose des Hämatits nach Brauneisenstein, vorzüglich des rothen Glaskopfs nach braunem, war es, welche die Veranlassung zu dem gegenwärtigen Aufsatze gab, und im Vorhergehenden ausführlich dargelegt wurde.

Hämatit unmittelbar nach Schwefelkies ist eine seltenere Form, doch nicht ohne Beispiel, so an einem Stücke in der Sammlung des k. k. Montanistischen Museums gröfsere Krystalle an der Oberfläche zu dichtem oder ocherigem Rotheisenstein geworden, der sich in Schalen ablöst. Auch Dufrénoy beschreibt vollkommen dichten, aber sehr weichen Rotheisenstein in Octaëdern nach Pyrit gebildet aus Peru.

Hämatit ist endlich deutlich pseudomorph nach Magnetit, an den in den Eisenglimmerschiefer aus Brasilien eingewachsenen Octaëdern bekannt.

Es möge hier noch erwähnt werden, dafs wahre Granite, aus Quarz, Adular und Glimmer bestehend, von den obigen fünf Species wohl nur den Schwefelkies und den Eisenglanz enthalten. In der Bildung dieser besteht die von dem Zustand an der Erdoberfläche entfernteste Ausgleichung der Verwandtschaften. Ich habe nicht neuerlich Gelegenheit gehabt, die Mehrzahl der bekannten Granite in den Sammlungen zur Bestätigung durchzugehen. Dafs man aber durchaus nur neue Vergleichungen zum Grunde legen müsse, ist wohl augenscheinlich, eben weil so manche literarische Nachweisungen für gleichzeitiges Vorkommen aller Species aufgefunden werden könnten.

Digitized by Google

Die Erzniederlagen von Brauneisenstein, Spatheisenstein, Magneteisenstein, Eisenglanz erscheinen nach allen Vergleichungen in ähnlicher metamorphischer, und zwar katogener Reihenfolge, wie die aufeinanderfolgenden Zustände von vegetabilischen Producten ursprünglicher Bildung, Torf, Treibholz und Humus als Anhaltspunkt, und die von Braunkohle, Alpenkohle, Schwarzkohle, Anthracit, Graphit.

Man ist bisher zwar sehr sorgfältig in der Aufzeichnung und der Angabe des Zusammenvorkommens der Mineralien gewesen, aber die Art und Weise ihrer Gruppirung tritt eigentlich jetzt erst mit Macht in die Aufgaben der Mineralogen und Geognosten ein. Wenn auch durch Erinnerung an Beobachtungen in der Natur geleitet, sind die im Vorhergehenden aufgezählten Bemerkungen doch eigentlich auf das Studium von Handstücken gegründet. Es würde nutzlos seyn, durch Literaturquellenstudium, durch Citiren von Beschreibungen Belege zu suchen, die zwar nicht fehlen, aber doch erst nach dem Vorkommen deutlicher Stücke in der Natur beurtheilt und gesichtet werden müssen.

Sie würden daher wenig zur Sache beigetragen haben; dagegen gewährt es das gröfste Interesse und gewifs auch den sichersten Erfolg, mit den genau untersuchten Stücken wieder an die Natur zu gehen, in den Vorkommen an Ort und Stelle das zu ergänzen, was das Studium der kleinen Fragmente, die wir in unseren Sammlungen bewahren, unvollständig liefs. Diese Forschungen geben dann neuerdings Anlafs zu genauerer mineralogischer und chemischer Untersuchung neu gesammelter Exemplare, bis es uns endlich gelingt, die unwandelbaren Naturgesetze mit jeder einzelnen der oft so vieldeutigen Beobachtungen in Uebereinstimmung zu bringen.

Es darf wohl ohne Fehler angenommen werden, dafs das Eisenoxyd, der Hämatit oder Rotheisenstein, wenn auch fein zertheilt, die färbende Materie sey für rothe Porphyre, Sandsteine, Mergel, Thone, rothe Jaspisse und Eisenkiesel, Marmor u. s. w., dafs eben so das Eisenoxydhydrat, der Göthit, Brauneisenstein die Färbung so mancher gelber und brauner Mineralien und Gebirgsarten bedinge, wäh-

Digitized

rend Schwarz, Grau, zum Theil Grünlich die Gegenwart von Eisenoxydul, Magnetit oder auch Schwefeleisen, Pyrit verräth, und Grün auf Eisenoxydul deutet. Veränderungen in den Farben lassen auf Veränderungen des Zustandes schliefsen, genau wie bei den Pseudomorphosen.

Man findet in unserem Alpenkalke die gleichen Ammoniten, Belemniten, Orthoceratiten in gelblichen, grauen und rothen Marmorschichten. Nur die ersteren haben den Oxydationszustand des Eisens bewahrt, bei dem organisches Leben, also auch die frühere Existenz jener Thiere möglich ist. Der Pressung in katogener Richtung entsprechend, entstehen die grauen Farben durch Reduction. Eine verhältnifsmäfsig erhöhte Temperatur röthet von Aufsen hinein früher gelbe Lagen oder Fragmente, wie man es nicht selten zu beobachten Gelegenheit findet. Viel Einzelnes ist über gleichzeitige Verhältnisse in dieser Beziehung schon bekannt gemacht worden. Auch ich habe manche dahin gehörige Beobachtungen gesammelt, auf deren Zusammenstellung ich ein anderes Mal zurückzukommen hoffe.

Digitized by Google

VI. *Mineralanalysen; von C. Rammelsberg.*

Achmit.

Ueber die Zusammensetzung dieses Minerals herrschten bisher noch einige Zweifel, in sofern dasselbe, nach v. Kobell, neben Eisenoxyd auch Oxydul, und aufserdem $3\frac{1}{4}$ Proc. Titansäure enthält.

Ich habe möglichst frische Krystallfragmente von schwarzer Farbe und schwarzen glänzenden Bruchflächen einigen Versuchen unterworfen. Ihr spec. Gewicht war =3,43, in Pulverform =3,53.

Um einen Gehalt an Eisenoxydul aufzufinden und zu bestimmen, wählte ich Forchhammer's Methode, wonach das Pulver mit einem Gemisch aus Schwefelsäure, Chlor- und Fluorwasserstoffsäure in einer Platinretorte einige Zeit gekocht wird. Goldchlorid zeigte aber in der verdünnten und filtrirten Flüssigkeit nur eine kaum merkliche Menge Eisenoxydul an, die ich auf Rechnung von beigemengtem Titaneisen setze.

Auch mittelst metallischen Kupfers ergab sich bei ähnlicher Behandlung des Achmits die Abwesenheit des Oxyduls; denn, obgleich diese Versuche quantitativ nicht ganz genau seyn können, wurden doch 33,25 — 35,5 — 35,85 Proc. Eisenoxyd erhalten.

Achmitpulver, mit Chlorwasserstoffsäure gekocht, liefert eine Flüssigkeit, in welcher sich neben dem Eisenoxyd kein Eisenoxydul nachweisen läfst, und dasselbe ist der Fall, wenn man das Mineral durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron aufschliefst.

Eine besondere Analyse gab:

Kieselsäure	54,13	Proc.
Eisenoxyd	34,44	-

Beide Stoffe wurden auf Titansäure geprüft, und daraus so viel derselben erhalten, dafs ihre Menge 3,1 Proc.

Digitized by Google

des Minerals betrug; sie war indessen noch ziemlich kieselsäurehaltig.

Es ist gewifs nicht unwahrscheinlich, dafs der Achmit mit Titaneisen innig gemengt ist, und seine Zusammensetzung als $\dot{Na}\dddot{Si} + \dddot{\bar{Fe}}\dddot{Si}^2$ möchte wohl als sicher gelten können.

Apatit.

Der schöne krystallisirte Apatit vom Schwarzenstein im Zillerthal gab mir:

Kalkerde	55,31
Chlor	0,07

Nach der Formel $Ca \left\{ \begin{matrix} \bar{Fl} \\ \bar{Cl} \end{matrix} \right. + 3\dot{Ca}^3\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$ mufs er enthalten:

		oder:	
Kalkerde	49,66	Kalkerde	55,31
Phosphorsäure	42,58	Phosphorsäure	42,58
Calcium	4,06	Chlor	0,07
Chlor	0,07	Fluor	3,63
Fluor	3,63		101,59.
	100.		

Versuche, den Fluorgehalt nach Wöhler's Methode direct zu bestimmen, gaben indessen höchstens 0,93 Proc., und es bleibt noch zu ermitteln, ob diefs der Methode zuzuschreiben sey, oder die Formel doch einer Modification bedarf.

Apophyllit.

Ich habe den Apophyllit von Andreasberg untersucht, und gleichzeitig einige andere Fragen in Betreff der Zusammensetzung dieses Minerals zu lösen versucht.

Wenn man Apophyllit durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt, so scheidet sich der gröfste Theil der Kieselsäure ab. Durch Auflösen in Fluorwasserstoffsäure u. s. w. überzeugte ich mich, dafs kein Kieselfluorkalium oder Calcium dabei war, was man vielleicht vermuthen konnte.

Bekanntlich giebt die Auflösung mit Ammoniak eine Fällung, welche leicht für Thonerde gehalten wird, aber, wie

Digitized by Google

Berzelius gezeigt hat, $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + 9 CaFl$ ist, eine Verbindung, welche auch entsteht, wenn Fluorcalcium und Kieselsäure mit Chlorwasserstoffsäure digerirt werden, worauf man Chlorcalcium hinzufügt und durch Ammoniak fällt.

Berzelius erhielt aus dem Apophyllit von Utö 4,82 Proc. dieser Verbindung. Ich bekam in zwei Versuchen mit demselben Mineral nur 0,75 und 2,32 Proc., während mir der Apophyllit von Andreasberg 3,43 und 4,01 Proc. lieferte.

Nun ist die Zusammensetzung dieses Fluosilikats folgende:

Calcium	45,93	= Kalk	64,17
Kiesel	8,43	= Kieselsäure	17,55
Fluor	31,97		
Sauerstoff	13,67		
	100.		

Danach wäre der Fluorgehalt:

Utö	1,54	(**Berzelius**)
	0,24	
	0,74	
Andreasberg	1,09	
	1,28.	

Wöhler's Methode der Fluorbestimmung gab mir für den Apophyllit von Utö 0,46 Proc., eine andere noch weniger. Gewiſs liegt der Grund dieser Abweichungen in den Methoden, da man doch nicht annehmen kann, der Fluorgehalt sey in Stücken von demselben Fundorte ungleich.

Zur Vergleichung diene hier **Berzelius's** Analyse des Apophyllits von Utö und die meinige vom Andreasberger Mineral (auf das corrigirte Atomgewicht der Kalkerde berechnet).

	Utö B.	Andreasberg R.
Kieselsäure	52,13	51,33
Kalkerde	24,43	25,86
Kali	5,27	4,90
Fluor	1,54	1,28
Wasser	16,20	nicht bestimmt
	99,57.	

Digitized by Google

Welches ist nun die Constitution des Ganzen? In welcher Form ist das Fluor darin enthalten?

Dafs das bei der Analyse erhaltene Fluosilikat im Minerale nicht präexistirt, darf kaum bezweifelt werden. Die geringe Menge des Fluors (1 At. gegen 15 At. Kieselsäure) läfst die Vorstellung nicht zu, dafs wir es mit der Verbindung eines Fluorürs (Doppelfluorürs) mit einem Silikat (Doppelsilikat) in bestimmten Verhältnissen zu thun haben.

Wäre es erlaubt, hier eine Hypothese aufzustellen, so könnte man annehmen, *das Fluor vertrete einen Theil des Sauerstoffs*, der Apophyllit sey also ein Doppelsilikat von Kalk und Kali, in welchem ein Theil des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt ist, so dafs er Kieselfluorcalcium + Kieselfluorkalium enthält. Das Doppelsilikat ist aber gewifs nichts anderes als:

$$\dot{K}\dddot{Si} + 6\dot{Ca}\dddot{Si} + 15\dot{H},$$

oder vielleicht ganz einfach:

$$\dot{R}\dddot{Si} + 2\dot{H}.$$

Arseniosiderit.

Da Dufrénoy's Analyse zu keinem einfachen Ausdruck führt, so habe ich das Mineral von Neuem untersucht. Spec. Gewicht $=3,88$. An Wasser giebt es weder Schwefelsäure noch Arseniksäure ab; es enthält weder Eisenoxydul, noch Kieselsäure oder Kohlensäure.

		Sauerstoff.
Arseniksäure	39,16	13,59
Eisenoxyd	40,00	12,00
Kalkerde	12,18	3,46
Wasser	8,66	7,69
	100.	

Die Säure, direct bestimmt, betrug ein wenig mehr, wegen einer Beimischung von Schwefel im Schwefelarsenik.

Dufrénoy giebt nur 8,43 Kalk und 34,26 Arseniksäure an.

Digitized by Google

Jene Zahlen gehören einer Verbindung an, welche $5\dddot{As}$, $6\dot{Ca}$, $7\dddot{Fe}$ und $13\dot{H}$ enthält, darstellbar durch:

$$(2\dot{Ca}^3\dddot{As} + 3\dddot{Fe}^2\dddot{As} + 12\dot{H}) + \dddot{Fe}\dot{H}$$

oder $$2(\dot{Ca}^3\dddot{As} + 2\dot{H}) + [3(\dddot{Fe}\dddot{As} + \dot{H}) + 2\dddot{Fe}^2\dot{H}^3]$$

und enthaltend:

Arseniksäure	40,52
Eisenoxyd	39,37
Kalkerde	11,88
Wasser	8,23
	100.

Boulangerit.

Ein in faserig zusammengehäuften Massen vorkommendes schwarzgraues weiches Mineral von der Antimongrube bei Wolfsberg ist von Zincken als Boulangerit bestimmt worden, und ich habe diefs durch Ermittlung des Blei- und Schwefelgehalts von chemischer Seite bestätigt. Die mittelst Chlorgas ausgeführte Analyse gab nämlich:

Schwefel	18,91
Blei	55,15

was mit den bisherigen Analysen und der Formel $\overset{\prime}{Pb}{}^3\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ übereinstimmt.

Das spec. Gewicht fand ich an Stücken 5,75, am Pulver 5,96.

Epidot.

I. Epidot von der Rothlaue am rechten Aarufer, bei Guttannen im Haslithal des Berner Oberlandes. Ich erhielt diese schöne dunkel graubraune, durchsichtige und krystallisirte Varietät von Hrn. Wiser in Zürich, der sie schon früher beschrieben hat [1]).

Ich fand das spec. Gewicht $=3{,}387$.

1) Leonhard's Jahrbuch, 1838, S. 160.

			Sauerstoff.
Kieselsäure	44,56		23,15
Thonerde	23,72	11,07	13,57
Eisenoxyd	8,33	2,5	
Kalkerde	24,71		7,02
	101,32.		

II. Epidot von Arendal, der schon von Vauquelin und Geffken mit ansehnlicher Differenz im Eisengehalt untersucht wurde.

Das geschlämmte Pulver tritt an Chlorwasserstoffsäure nur Eisenoxyd, kein Oxydul ab.

Durch starkes Glühen wird der Epidot bekanntlich durch Säuren zersetzbar. Während sich sein absolutes Gewicht hierbei kaum um 1 Proc. vermindert, ändert sich das spec. Gewicht merklich. Ich fand dasselbe

vor dem Glühen =3,403
nach dem Glühen =3,271.

Das Resultat einer Analyse war:

			Sauerstoff.
Kieselsäure	37,98		19,73
Thonerde	20,78	9,7	14,87
Eisenoxyd	17,24	5,17	
Kalkerde	23,74	6,74	7,17
Talkerde	1,11	0,43	
	100,85.		

Ueber die Formel des Epidots, mit Rücksicht auf die übrigen Analysen, s. das 2te Supplement meines Handwörterbuchs, S. 48.

Kupferoxyd, arseniksaures.

Ich habe neuerlich das *Strahlerz* (Breithaupt's Klinoklas) aus Cornwall untersucht.

Spec. Gewicht =4,258, als Pulver =4,359.

Digitized by Google

		Sauerstoff.	
Arseniksäure	29,71	10,31	10,67
Phosphorsäure	0,64	0,36	
Kupferoxyd	60,00		12,10
Wasser	7,64		6,79
Eisenoxyd	0,39		
Kalkerde	0,50		
Kieselsäure	1,12		
	100.		

Da die Sauerstoffmengen =5 : 6 : 3 sind, so ist das Strahlerz:

$$\dot{\mathrm{Cu}}^6 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}} + 3\dot{\mathrm{H}} \text{ oder } 3\dot{\mathrm{Cu}}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{As}} + \dot{\mathrm{Cu}}\dot{\mathrm{H}},$$

und mufs enthalten:

Arseniksäure	30,30
Kupferoxyd	62,59
Wasser	7,11
	100.

Es entspricht also dem Phosphorochalcit in der Zusammensetzung.

Manganocalcit.

Unter diesem Namen erhielt ich von Hrn. Prof. Breithaupt ein fleischrothes strahliges Fossil von Schemnitz, welches, nach der Untersuchung jenes Mineralogen, ein Arragonit ist. Ich fand darin:

Kohlensaures Manganoxydul	67,48
Kohlensaure Kalkerde	18,81
Kohlensaure Talkerde	9,97
Kohlensaures Eisenoxydul	3,22
	99,48.

Nickelglanz.

Der Arseniknickelglanz von der Grube Albertine bei Harzgerode, welcher dort mit Antimonnickelglanz zusammen vorgekommen ist [1]), hat, nach meinen Wägungen, ein spec. Gewicht =5,61—5,65, und enthält:

1) S. diese Annalen, Bd. 64, S. 189.

Digitized by Google

Nickel	30,30
Eisen	6,00
Arsenik	44,01
Antimon	0,86
Schwefel	18,83
	100.

Er entspricht der Formel $NiS^2 + NiAs^2$.

Polyhalit.

Der rothe Polyhalit von Aussee in Steiermark enthält nach meinen Versuchen:

Schwefelsaure Kalkerde	45,43	Wasser	5,24
Schwefelsaure Talkerde	20,59	Eisenoxyd	0,33
Schwefelsaures Kali	28,10	Kieselsäure	0,10
Chlornatrium	0,11		100.

Diefs stimmt ganz mit Stromeyer's Analyse des Polyhalits von Ischl überein, und beweist die Eigenthümlichkeit der Verbindung, die man sich als

$$[(\dot{K}\dddot{S} + \dot{M}g\dddot{S}) + \dot{H}] + (2\dot{C}a\dddot{S} + \dot{H})$$

vorstellen kann.

Prehnit.

Der Prehnit aus dem Gabbro des Radauthals am Harz ist von Amelung in meinem Laboratorio untersucht worden.

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	44,74		23,24
Thonerde	18,06	8,43	10,64
Eisenoxyd	7,38	2,21	
Kalkerde	27,06	7,69	7,95
Natron	1,03	0,26	
Wasser	4,13		3,67
	102,40.		

Er entspricht also der allgemeinen Formel Walmstedt's: $\dot{C}a^2 \dddot{S}i + \dddot{R}\dddot{S}i + \dot{H}$.

Psilomelan.

Von Hrn. G. Leonhard erhielt ich einen harten traubigen Psilomelan aus der Umgegend von Heidelberg, dessen Untersuchung folgendes Resultat lieferte:

Digitized by Google

Kieselsäure	0,90	Manganoxydul	70,17
Kali	2,62	Sauerstoff	15,16
Baryt	8,08	Wasser und Verlust	1,43
Kalk	0,60		100.
Talkerde	0,21		
Kobaltoxyd	0,54		
Kupferoxyd	0,30		

70,17 $\dot{M}n$ enthalten 15,74 Sauerstoff, woraus hervorgeht, dafs nicht alles Mangan als Superoxyd vorhanden ist. Nimmt man, meinen früheren Versuchen zufolge, an, der Psilomelan sey eine Verbindung von Basen $\dot{R}$, worunter auch $\dot{M}n$, mit $\ddot{M}n$ in dem Verhältnifs $\dot{R}\ddot{M}n^2$, so enthält die vorliegende Abänderung:

		Sauerstoff.	
Kieselsäure	0,90		
Kali	2,62	0,44	
Baryt	8,08	0,84	
Kalk	0,60	0,17	
Talkerde	0,21	0,08	2,75
Kobaltoxyd	0,54	0,11	
Kupferoxyd	0,30	0,06	
Manganoxydul	4,68	1,05	
Mangansuperoxyd	30,02		11,00
- - (beigemengt)	50,17		
Wasser und Verlust	1,88		
	100.		

Pyrophyllit.

Der sibirische Pyrophyllit ist bereits durch die Untersuchung von Hermann bekannt [1]). Ich habe eine sehr charakteristische weifse Abänderung aus der Gegend von Spaa analysirt.

1) Diese Annalen, Bd. 15, S. 592.

			Sauerstoff.
Kieselsäure	66,14		34,36
Thonerde	25,87		12,08
Talkerde	1,49	0,58	0,69
Kalkerde	0,39	0,11	
Wasser	5,59		4,99
	99,48.		

Diefs weicht von Hermann's Analyse ab, welche 75,79 $\dddot{Si}$, 29,46 $\dddot{Al}$, 4,00 $\dot{Mg}$ und 5,62 $\dot{H}$ giebt.

Die geringe Menge der Kalk- und Talkerde macht es unthunlich, sie in die Formel mit aufzunehmen. Bringt man sie als Bisilikate in Abzug, so bleibt:

$\dddot{Si}$	63,49	oder	66,87
$\dddot{Al}$	25,87		27,25
$\dot{H}$	5,59		5,88
	94,95		100.

Diefs giebt ungefähr die Formel $\dddot{Al}\dddot{Si}^3 + \dot{H}$, welche 69,65 $\dddot{Si}$, 25,73 $\dddot{Al}$ und 4,62 $\dot{H}$ verlangt. Besser stimmt freilich $\dddot{Al}^2\dddot{Si}^5 + 2\dot{H}$ damit überein, $=$ 65,66 $\dddot{Si}$, 29,22 $\dddot{Al}$, 5,12 $\dot{H}$.

Scheelit.

Der gelbe und röthliche Scheelit von Neudorf bei Harzgerode hat ein spec. Gewicht $=$ 6,03 und enthält:

Wolframsäure	78,64
Kalkerde	21,56
	100,20.

Schwerspath.

In der Braunkohlengrube von Görzig in Anhalt-Cöthen kommt Schwerspath auf einem grauen Mergel vor, in kleinen, nicht gut mefsbaren Krystallen, die sich durch einen grofsen Strontiangehalt auszeichnen.

Ihr spec. Gewicht ist $=$ 4,488.

Die Analyse gab:

Digitized by Google

Schwefels. Baryt	83,48
- Strontian	15,12
- - Kalk	0,89
Erdige Beimengung	0,25
	99,74

Obwohl die Isomorphie von Baryt und Strontian bekannt ist, so wäre es doch interessant, bei der bekannten Abweichung der Prismenwinkel am Schwerspath und Cölestin von jener Varietät meſsbare Krystalle zu untersuchen.

Thuringit.

Dieſs von Breithaupt bei Saalfeld aufgefundene Mineral bildet mit Chlorwasserstoffsäure eine Gallerte. Es enthält beide Oxyde des Eisens, welche durch besondere Versuche bestimmt wurden.

			Sauerstoff.
Kieselsäure	22,41		11,64
Eisenoxyd	21,94		6,58
Eisenoxydul	42,60	9,47	9,92
Talkerde	1,16	0,45	
Wasser	11,89		10,57
	100.		

Die wahrscheinlichste Formel hierfür würde seyn:

$$3\dot{F}e^3 \dddot{S}i + \ddot{F}e^2 \dddot{S}i + 12\dot{H}.$$

Sie fordert:

Kieselsäure	23,77
Eisenoxyd	20,59
Eisenoxydul	41,74
Wasser	13,90
	100.

Weiſsgültigerz.

Ich habe das ächte Werner'sche Weiſsgültigerz von »Hoffnung Gottes« bei Freiberg untersucht, welches Freiesleben mir aus seiner reichen Sammlung mittheilte. Es ist derb, feinkörnig, durchaus homogen, nur hie und da mit etwas Blende und Schwefelkies durchwachsen.

Spec. Gewicht =5,438 und 5,465.

Vor dem Löthrohr giebt es die Reaction von Schwefel, Antimon und Blei; nach längerem Blasen bleibt ein Rückstand, welcher beim Abtreiben auf der Kapelle ein Silberkorn läfst.

Zwei Analysen mit Chlorgas, von denen in der ersten Schwefel und Antimon, in der zweiten das Antimon nicht direct bestimmt wurden, ergaben:

	I.	II.
Schwefel		22,53
Antimon		(22,39)
Blei	36,51	38,36
Silber	5,92	5,78
Eisen	3,72	3,83
Zink	3,15	6,79
Kupfer	0,19	0,32
		100.

Berechnet man den Schwefel für die Metalle auf $\overset{'''}{Sb}$ und $\overset{'}{R}$, so erhält man nur 20,84, was in der Anwesenheit von $\overset{''}{Fe}$ als Schwefelkies seinen Grund hat.

Da die Schwefelmengen der Basen und des Schwefelantimons =12,64 : 8,38, d. h. nahe =9 : 6 sind, so könnte man das Weifsgültigerz als $\overset{'}{R}^3 \overset{'''}{Sb}^2$ betrachten. Da jedoch etwas Zn und Fe als Beimengungen in Abzug kommen, so wird das Verhältnifs von 4 : 3, wie es in den Fahlerzen besteht, viel wahrscheinlicher. Es ist danach gleichsam ein bleihaltiges Fahlerz,

$$\overset{''}{R}^4 \overset{'''}{Sb} \quad \text{oder} \quad \left.\begin{matrix}\overset{'}{Pb}^4\\ \overset{'}{Ag}^4\end{matrix}\right\}\overset{'''}{Sb} + \left.\begin{matrix}\overset{'}{Zn}^4\\ \overset{'}{Fe}^4\\ \overset{'}{Cu}^4\end{matrix}\right\}\overset{'''}{Sb},$$

indem die Schwefelmengen beider Reihen der Basen ziemlich gleich grofs sind.

Digitized by Google

Wolfram.

Mit Rücksicht auf die Frage, welche Oxydationsstufe des Wolframs das Mineral enthält, habe ich einige Versuche angestellt.

Geschlämmter Wolfram (von Zinnwald), in einem verschlossenen Gefäfse mit Chlorwasserstoffsäure ohne Erwärmen behandelt, gab eine Flüssigkeit, in welcher beide Oxyde des Eisens enthalten waren.

Braunes Wolframoxyd reducirt Eisenoxydsalze, und verwandelt sich in Wolframsäure, wie schon Margueritte angegeben hat.

Wolframsäure übt auf Eisenoxydulsalze keine merkliche Wirkung aus.

Wolframsaures Eisenoxydul läfst sich auf nassem Wege jedenfalls darstellen.

Das Sicherste bleibt für jetzt die directe Bestimmung der Säure im Mineral. Ich erhielt, unter Beobachtung aller Vorsichtsmafsregeln, 76,11 Procent derselben aus dem Wolfram von Zinnwald, übereinstimmend mit Ebelmen, und der Gesammtmenge von Wolfram und Sauerstoff in den Analysen vom Grafen Schaffgotsch (75,33–75,87), obwohl derselbe direct 82,51 Proc. erhalten zu haben angiebt.

Hr. Dr. Kussin in Hallein hat mir die Resultate seiner Analysen des Wolframs (von Zinnwald) brieflich mitgetheilt, welche meine Versuche bestätigen. Er erhielt nämlich:

	1.	2.	3.
Wolframsäure	75,89	75,92	75,90
Eisenoxydul	9,43	9,38	9,40
Manganoxydul	13,80	14,04	13,86
	99,12	99,34	99,16.

Eine bisher noch nicht untersuchte Abänderung, die von Harzgerode, deren spec. Gewicht =7,143 ist, gab mir bei der Analyse:

Digitized

Wolframsäure	75,56
Eisenoxydul	20,17
Manganoxydul	3,54
	99,27.

Ich halte demnach die Ansicht, dafs das Mineral Wolframsäure enthält, für die wahrscheinlichste, und es bedarf nur noch einer Reihe genauer Bestimmungen der Quantität dieser Säure, wobei die Methode von Berzelius (dessen Lehrb. Bd. 10, S. 90) als die beste anzuwenden wäre.

Zinnkies.

Ich habe neuerlich den Zinnkies von Zinnwald, welcher von Breithaupt mir gütigst mitgetheilt wurde, der Analyse unterworfen. Spec. Gewicht =4,506.

Schwefel	29,89
Zinn	28,94
Kupfer	26,31
Eisen	6,80
Zink	6,93
Blei	0,41
	99,28.

Das Blei rührt von ein wenig Bleiglanz her, welcher nebst Blende diesen Zinnkies begleitet.

Da die Schwefelmengen der Sulfurete und des Zinnsulfids gleich sind, so bestätigt sich die Formel von Kudernatsch:

$$\left.\begin{array}{l}\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^2\\ \overset{\prime}{\mathrm{Fe}}{}^2\\ \overset{\prime}{\mathrm{Zn}}{}^2\end{array}\right\}\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}} \text{ oder } \overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^2\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}+\left.\begin{array}{l}\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}{}^2\\ \overset{\prime}{\mathrm{Zn}}{}^2\end{array}\right\}\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}$$

Digitized by Google

VII. *Bestimmung der magnetischen Inclination und Intensität für Berlin im Jahre* 1846; *von A. Erman.*

I. *Inclination.* Die hier darzustellenden Beobachtungen habe ich im Freien, an demselben Punkte gemacht, an dem ich die Inclination schon früher, und zuletzt im September 1838 bestimmte. Er liegt unter:

52° 31′ 36″ Breite
und 11° 4′ 49″ O. v. Paris.

Das dazu gebrauchte Gambey'sche Inclinatorium ist dasselbe welches ich auf meiner Reise um die Erde angewendet habe, und, aufser den Excentricitäten der Schwerpunkte für die zu diesem Instrumente gehörigen Nadeln, ist seitdem alles an ihm unverändert geblieben. Es gilt diefs namentlich auch von den achatnen Axenlagern desselben, welche noch immer so gestellt sind, dafs sie der auf ihnen ruhenden Nadelaxe eine Neigung von nur 8′ 27″ gegen eine, zu der aufrechten Axe des Inclinatoriums rechtwinklichten Ebene geben. Aus der Theorie der Beobachtungen mit diesem Instrumente, die ich früher bekannt gemacht habe (*Reise um die Erde, physikalische Beobachtungen*, Bd. 2, S. 9 bis 24, 48 bis 50), folgt:

1) dafs die eben genannte Neigung der Axenlager bei weitem zu klein ist, um einen bemerkbaren Einflufs auf irgend eine abgelesene Stellung der Nadeln auszuüben;
2) dafs der Verticalkreis des Instruments bis auf völlig unmerkliche Gröfsen, in den magnetischen Meridian gebracht wird, wenn man ihn in die Mitte zwischen denjenigen zwei Stellungen versetzt, bei welchen die in ihm befindliche Nadel senkrecht war, und
3) dafs man auch von dem etwanigen *Collimationsfehler jenes Kreises*, d. i. von dem Winkel zwischen seinem mit 90° bezeichneten Durchmesser und zwischen einem

anderen, im Vertical der Nadelaxe gelegenen, ganz frei wird, wenn man, anstatt jeder einzelnen Ablesung an der Nadel, das arithmetische Mittel aus zweien anwendet, bei denen die Nadelaxe gegen die Weltgegenden gleiche, gegen den verticalen Limbus des Instruments aber entgegengesetzte Lagen hatte.

Bekanntlich bleibt nun aber jede abgelesene Stellung der Nadel, selbst wenn sie unter diesen vereinfachenden Umständen und bei bekanntem Azimut ihrer Axe geschehen ist, *von vier unbekannten Gröfsen* abhängig. Die *eine* ist die, hier mit *i* zu bezeichnende, *gesuchte Inclination der magnetischen Kraft.* — Die drei anderen lassen sich mit den wenigsten Worten definiren, wenn man sich zuvor, anstatt der Drehungsmomente welche die Erde auf sämmtliche magnetische Theilchen der auf ihren Lagern befindlichen Nadel ausübt, einen, diese Einwirkung genau ersetzenden, dem Erdmagnetismus parallelen, aber nur an *einem Punkte* angebrachten Zug denkt. Bekanntlich hat dann das Perpendikel von diesem Punkte, den ich den *Magnetpunkt* nennen will, eine mit der Nadel fest verbundene, und nur von der Kraftvertheilung in dem Stahle desselben abhängige Richtung. Dieses Perpendikel ist namentlich eine der magnetischen Axen der Nadel. Was aber die Länge desselben und die Intensität der im Magnetpunkte wirksamen Kraft betrifft, so ist nur das Product aus diesen beiden Gröfsen in jedem Augenblick als völlig bestimmt, ihr Quotient aber als willkührlich zu betrachten [1]). Man kann darüber unter andern so disponiren, dafs man die, ohne Rücksicht auf ihre Vorzeichen summirten, Producte des Erdmagnetismus in die südlichen und nördlichen Kräfte der Nadel, dem Gewichte der letzteren gleich annimmt. Die Drehungsmomente, welche beziehungsweise von der Schwere und vom Erdmagnetismus auf die Nadel ausgeübt werden, verhalten sich dann zu einander, wie der Abstand ihres Schwerpunktes von der Drehungsaxe, zu dem Abstande ihres

1) Jenes Product ist auch, bei einerlei Streichung der Nadel, für alle unter einander parallelen Drehungsaxen identisch.

Magnetpunkts von derselben. Auch giebt es dann mancherlei Mittel um jeden dieser beiden Abstände, und mithin auch ihre Producte mit dem Gewichte der Nadel, oder jedes der beiden Drehungsmomente, in absolutem Maaſse zu bestimmen.

Die drei erwähnten Unbekannten, von denen jede, bei bekanntem Azimute der Drehungsaxe, abgelesene Stellung der Nadel abhängt, sind aber demnächst, wenn man unter *Collimationslinie der Nadel* die ihre Spitzen verbindende Grade versteht:

P oder der Winkel zwischen dem Perpendikel vom Schwerpunkt auf die Drehungsaxe (dessen Länge $=p$ sey) und zwischen einer bestimmten Hälfte der Collimationslinie.

K oder der Winkel zwischen dem Perpendikel vom Magnetpunkt auf die Drehungsaxe (dessen Länge $=\varkappa$ sey) und zwischen derselben Hälfte der Collimationslinie;

und $k=\frac{p}{\varkappa}$ oder der Quotient aus den Abständen des Schwerpunkts und des Magnetpunkts von der Drehungsaxe.

Liest man nun, während sich der Verticalkreis des Inclinatoriums im Meridian, und eine bezeichnete senkrechte Fläche der Nadel zuerst vorn und dann hinten befindet, die Neigungen der Collimationslinie der Nadel I und I' ab, so ist bekanntlich jede dieser Zahlen durch eine von zweien, wesentlich verschiedenen, Gleichungen mit den vier Gröſsen i, P, K und k verbunden. Noch zwei neue und wiederum verschiedene Bedingungen entstehen aber, wenn man, *nach Umstreichung der Nadel*, I'' und I''' respective unter denjenigen Umständen abliest, die früher I und I' herbeiführten. In diesen letzteren Gleichungen haben dann i und P jedenfalls denselben Werth wie in den zwei ersten. Von K und k darf dagegen eine solche Unabhängigkeit von der Umstreichung nicht in aller Strenge behauptet werden; vielmehr kann sich, durch diese Operation, sowohl die Richtung der Magnetaxen in der Nadel, als auch der Abstand ihres Magnetpunkts von der Drehungsaxe um etwas ändern. Es

Digitized by Google

sind demnach in den zwei letzten Gleichungen K' und k' für die in den zwei ersten durch K und k bezeichneten Gröfsen zu schreiben, und eine strenge Bestimmung der *Inclination* hat es, wenn sie auf dem eben bezeichneten Wege beginnt, nicht mit *vier*, sondern mit *sechs* unbekannten Gröfsen zu thun. Wenn man dennoch die *Inclination* i *nur* aus den vier beobachteten Werthen I bis I''' berechnen will, so kann diefs demnach nie ohne irgend eine nur angenähert wahre Annahme geschehen. Es bieten sich namentlich zwei dergleichen Annahmen dar, von denen, je nach der Besonderheit der angewandten Nadel, bald die eine, bald die andere eben so, oft aber auch *gar keine* als zulässig zu empfehlen ist.

Nimmt man an, dafs die Magnetaxen der Nadel sowohl vor als nach dem Umstreichen, mit der Collimationslinie zusammenfielen oder dafs $K = K' = 0$ gewesen ist, so hat man i aus $I \ldots I'''$ nach der sogenannten Mayer'schen *Formel* zu berechnen. — Zu demselben Zwecke ergiebt sich aber die wesentlich verschiedene Rechnungsvorschrift, welche ich a. a. O. S. 21 bekannt gemacht habe [1]), wenn man vor und nach der Umstreichung, den Magnetaxen ein und dieselbe, obgleich von der der Collimationslinie beliebig verschiedene, Richtung beilegt, und zugleich die Nadel beide Male gleich stark magnetisirt, mithin $K = K'$ und $k = k'$ voraussetzt.

Eine jede dieser Annahmen setzt nun das aus ihr ge-

1) Sie ist, unter Beibehaltung der bisherigen Bezeichnung, bei welcher an dem Limbus des Inclinatoriums die beiden Endpunkte eines jeden Durchmessers mit gleichen Zahlen, und der senkrechte mit der Zahl 90° versehen gedacht werden, die folgende:

Mit $$\frac{I + I' + I'' + I'''}{4} = i' \qquad \frac{I'' - I}{2} = m \qquad \frac{I''' - I'}{2} = n$$

$$tg\, m \,.\, tg\, n = tg\, p \qquad \frac{tg\, m}{tg\, n} = tg\, q$$

$$\begin{aligned} \sin 2i' \,.\, \sin 2q &= h \cos H \\ \cos 2i' \,.\, \sin 2p &= h \sin H \end{aligned} \qquad \frac{\sin 2p \sin 2q}{h} = \sin F$$

ist: $$i = i' - \frac{H}{2} + \frac{F}{2}.$$

Digitized by Google

wonnene Resultat zweien Arten von Fehlern aus; namentlich einem direct von der Unwahrheit der Annahme herrührenden, und einem zweiten, der aus der Combination der zufälligen Fehler der Ablesungen $I \ldots I'''$ entspringt. Bezeichnet man mit f bis f''' die bei der Ablesung von I bis I''' begangenen Fehler, und mit Φ deren arithmetisches Mittel, so ergeben sich für die durch I und II anzudeutenden, zwei Correctionen, deren Hinzufügung zu dem berechneten i dasselbe in das wahre i verwandelt, höchst nahe folgende Ausdrücke:

bei *Anwendung der* Mayer'schen *Formeln*

$$\text{I} = K . ctg\, i . ctg\, P$$

$$\text{II} = \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} . ctg\, i . ctg\, P + \Phi.$$

Sollte, bei den dieser Rechnung zu Grunde liegenden Beobachtungen, die Richtung der Magnetaxen nicht bloſs von der Collimationslinie verschieden, sondern auch nach der Umstreichung eine andere als vor derselben gewesen seyn, so hat man unter dem hier gebrauchten Zeichen K, die halbe Summe der früher mit K und K' bezeichneten Gröſsen zu verstehen, wobei man den, jedenfalls weit geringeren, Einfluſs ihrer halben Differenz bei der Fehlerschätzung übersieht.

bei *Anwendung der zweiten Rechnungsvorschrift* werden dagegen die zwei in Rede stehenden Correctionen zu:

$$\text{I} = \frac{k - k'}{2 . sin\, 1'} cos\, i\; cos\, P - \frac{K - K'}{2} . \frac{k + k'}{2} . cos\, i . sin\, P$$

$$\text{II} = \left\{ \frac{f'' - f}{2} . sin(i + P) + \frac{f''' - f'}{2} sin(i - P) \right\} \frac{k + k'}{2 sin\, 2i} + \Phi.$$

Es folgt hieraus in Beziehung auf die Mayer'sche Formel, daſs man sich derselben *nur* dann bedienen darf, wenn weder i noch P ein kleiner Winkel ist. In der Nähe des magnetischen Aequators ist demnach die Anwendung dieser Rechnungsvorschrift jedenfalls unzulässig. — Sie ist es aber auch an jedwedem Orte der Erde, für Nadeln deren Schwerpunktslinie mit der Collimationslinie nahe zusammenfällt; ein Umstand der sich bekanntlich dadurch zu erkennen giebt, daſs die Umlegung der Axe bei weitem kleinere

Digitized

Veränderungen der abgelesenen Neigungen zur Folge hat, als die Umstreichung, oder dafs $I - I'$ und $I'' - I'''$ sehr klein sind, im Vergleich mit: $\frac{I + I'}{2} - \frac{I'' + I'''}{2}$.

Die eben gemachte Beschränkung der Anwendbarkeit der Mayer'schen Formel würde auch dann noch gelten, wenn man es durch besondere Vorsichtsmafsregeln dahin gebracht zu haben glaubte, dafs nach jeder Streichung die Collimationslinie mit einer Magnetaxe zusammenfiele; weil auch dann noch ein Aggregat der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, mit $ctg\, i \,.\, ctg\, P$ multiplicirt würde. — Die Mayer'sche Formel besitzt dagegen den Vorzug, dafs das aus ihr gezogene Resultat durch die *Gröfse* des Schwerpunktfehlers (die Länge des Perpendikels p, und den ihr proportionalen Werth von k) nicht afficirt wird. An Orten wo die zu bestimmende Inclination grofs genug ist, bleibt es demnach immerhin rathsam jene Rechnungsvorschrift dadurch anwendbar zu erhalten, dafs man der Nadel ein, auf dem Perpendikel zu ihrer Collimationslinie gelegenes, Uebergewicht giebt. Um sich aber hierbei nicht der weit gröfseren Gefahr auszusetzen, dafs die Handhabung der Nadel beim Umstreichen eine Veränderung im Schwerpunkt derselben hervorbringe, müfste jenes Uebergewicht nicht durch eine an einem Seitenarme angeschraubte Masse entstehen, sondern etwa dadurch, dafs man dem Messingrahmen, welcher die Nadelaxe trägt, an einer seiner schmalen Seitenflächen gleich anfangs etwas mehr Metallstärke gelassen hätte, als an der anderen.

In Betreff der zweiten Rechnungsvorschrift zeigen die obigen Ausdrücke, dafs ihr Resultat von einer Veränderlichkeit des, constant vorausgesetzten, Winkels der Magnetaxen mit der Collimationslinie, oder von: $K - K'$, in allen practisch vorkommenden Fällen nur in so schwachem Maafse afficirt wird, dafs hieraus kein Einwurf gegen ihre Anwendbarkeit entstehen kann — um so weniger wenn man, durch einige Wiederholungen der Beobachtungen, das, gewifs zufällige, Vorzeichen dieses kleinen Winkels verändert. Eben

Digitized by Google

so verhält es sich auch mit dem Einflufs der Beobachtungsfehler auf das Resultat dieser Rechnungsart, denn dieser kann nur etwa in äufserster Nähe am magnetischen Aequator die eigene Gröfse dieser Fehler merklich übertreffen, und er wäre selbst dann noch, durch Wiederholung der Beobachtungen, genugsam zu eliminiren. Die Unanwendbarkeit der in Rede stehenden Vorschrift kann demnach *nur* von der Nichterfüllung der, für sie vorausgesetzten *Gleichheit der Kraft der Nadel nach beiden Streichungen* herrühren. Der Ausdruck für den Einflufs dieses Umstandes oder: $\frac{k-k'}{2.\sin 1'} \cos i.\cos P$ zeigt, dafs seine Gröfse, im ungünstigsten Falle, bis zu dem Bogen anwachsen kann, dessen Sinus $=\frac{k-k'}{2}$ ist. Er ist also, in sofern man den bei gleich vorsichtigen Streichungen, aber bei verschiedenen Nadeln, zu befürchtenden Werthen von $\frac{k-k'}{2}$, ein *constantes* Verhältnifs zu $\frac{k+k'}{2}$ zuschreiben darf, mit der *letzteren Gröfse proportional*, oder, da die Abstände des Magnetpunktes von der Drehungsaxe bei verschiedenen Nadeln nahe gleich sind: nahe proportional mit dem *Abstande ihres Schwerpunkts von der Drehungsaxe*. Sind z. B. die Streichungen so geschehen, dafs $\frac{k-k'}{2}$ nicht wohl gröfser werden kann als $\frac{1}{50}.\frac{k+k'}{2}$, so wird man die in Rede stehende Methode ohne Bedenken für anwendbar halten, wenn $\frac{k+k'}{2}$ nicht mehr als 0,03 beträgt — weil sie alsdann ihr Endresultat im ungünstigsten Falle einem Fehler von $\pm 2'$ aussetzt, der sich durch Wiederholung der Beobachtungen verkleinern läfst. Bei $\frac{k+k'}{2}=0{,}10$ oder $=0{,}15$ wird man sich dagegen, unter sonst ganz gleichen Umständen, zur Vernachlässigung von $\frac{k-k'}{2}$ keinesfalls entschliefsen. Man könnte zwar, wie

schon angedeutet, eine Beruhigung wegen des Fehlers des Resultates, der von Unterschieden der successiven Excentricitäten des Magnetpunktes oder von dem daraus folgenden $k-k'$ herrührt, in dem Umstande finden, dafs auch jene Unterschiede bei wiederholten Streichungen ihr Vorzeichen wechseln werden, aber

1) würde es einer unausführbar grofsen Anzahl von Wiederholungen des Umstreichens bedürfen, um so beträchtliche Einflüsse auf das Endresultat genugsam zu eliminiren, und

2) kann es geschehen, dafs eine gegebene Nadel, entweder habituell oder doch mehrere Male hinter einander, ein stärkeres k erhält, wenn ihr sogenannter Nordpol in der einen Hälfte als wenn er in der anderen Hälfte ihres Stahles liegt. Diefs wird namentlich der Fall seyn, wenn sich, aufser der durch die gewöhnlichen Streichungsmittel zu invertirenden Vertheilung des Magnetismus, irgendwo in der Nadel noch eine schwerer bewegliche, eingefunden hat. An verschiedenen Stellen verschiedene, chemische Beschaffenheit, oder ein nicht überall gleiches krystallinisches Gefüge könnten etwa dazu beitragen, und viele Erfahrungen sprechen dafür, dafs dergleichen Unterschiede sich mit der Zeit, durch unbeachtete äufsere Einflüsse, in Stahlmassen einfinden können, welche sie ursprünglich nicht besafsen.

Die zwei Nadeln: *A* und *B*, welche ich am 8. und am 20. März 1846 zur Bestimmung der Inclination an dem oben bezeichneten Punkte von Berlin gebraucht habe, waren nun zufällig von der Art, dafs sie keine von beiden genannten Rechnungsarten zuliefsen.

Es betrug nämlich, wie schon eine vorläufige Berechnung der Beobachtungen zeigte, der Winkel P:

für *Nadel A* etwa 183°,5
Nadel B - 203 ,4

wonach denn, bei $i=67°,7$, die Anwendung der Mayer'schen Formel folgenden Fehlern ausgesetzt hätte:

Digitized by Google

bei *Nadel A*: $6{,}84 \left\{ K + \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} \right\} + \Phi$

- - *B*: $0{,}95 \left\{ K + \frac{f - f' + f'' - f'''}{4} \right\} + \Phi$

Sie hätte also, da *K* bei der gegenwärtigen Beschaffenheit dieser Nadeln nicht selten bis 15′ beträgt, selbst für *Nadel B*, ein *sehr unsicheres*, für *A* aber, ein gar keine Beachtung verdienendes Resultat geliefert.

Die Anwendung der anderen Rechnungsart wurde dagegen durch die starken Abstände der Schwerpunkte der Nadeln von ihren Umdrehungsaxen, ebenfalls für beide, fast eben so unzulässig. Es betrugen zwar diese Abstände, wie aus dem Folgenden hervorgeht, auch jetzt nicht mehr als

für *Nadel B*: $p = 0{,}0176$ Par. Lin.
- - *A*: $p = 0{,}0410$ - -

da aber gleichzeitig der Magnetpunkt von der Drehungsaxe durch die angewandten Streichungsmittel nur entfernt werden konnte:

für *Nadel B* um $\varkappa = 0{,}132$ Par. Lin.
- - *A* - $\varkappa = 0{,}130$ - -

so entstanden aus jenen, an für sich klein scheinenden, Excentricitäten des Schwerpunkts, die sehr grofsen Quotienten der Momente:

für *Nadel B* etwa $k = 0{,}133$
- - *A* - $k = 0{,}315$.

Da nun $\frac{k}{\sin 1'}$ respective bis zu 286′ und 676′ stieg, so mufste man auch, selbst bei vorsichtigem Streichen, wodurch das Verhältnifs $\frac{2k}{k - k'} = \alpha$ möglichst grofs wird, die Gröfse $\frac{k - k'}{2 \sin 1'} = \frac{k}{\alpha \sin 1'}$ für sehr beträchtlich halten. Namentlich ergaben sich folgende Ausdrücke für die zu erwartenden Fehler, in einer nach der zweiten Methode bestimmten *Inclination*:

mit *Nadel B*: $\frac{242'}{\alpha} - \frac{K - K'}{2} . 0{,}118 - \frac{f'' - f}{2} . 0{,}179$

$- \frac{f''' - f'}{2} . 0{,}170 + \Phi$

Digitized by Google

mit *Nadel A*: $\frac{626'}{\alpha} - \frac{K-K'}{2} . 0{,}008 - \frac{f''-f}{2} . 0{,}448$

$- \frac{f'''-f'}{2} . 0{,}393 + \Phi.$

Man sieht daraus dafs, obgleich die *Veränderlichkeit der Magnetaxen* und die *Ablesungsfehler* auch für diese Nadeln nur ganz geringfügig auf das Endresultat der zweiten Rechnungsmethode einwirken, dieselbe doch, wegen der zu $\frac{1}{\alpha}$ ihres mittleren Werthes angenommenen Schwankungen der eigenen Intensität der Nadeln, nicht benutzt werden durfte.

Nachdem diese Ueberzeugungen gewonnen waren, habe ich aber *jede* willkührliche Annahme über die, bei der Inclinationsbestimmung in Betracht kommenden, unbekannten Gröfsen dadurch vermieden, dafs ich 1) nach jeder Streichung der Nadel die Dauer einer ihrer Schwingungen (T, $T_{\prime}$ und $T_{\prime\prime}$, $T_{\prime\prime\prime}$), bei denjenigen zwei Axenlagen bestimmte, und zum Resultate hinzuzog, bei denen respective I, I' und I'', I''' abgelesen wurden, und aufserdem

2) auch die zwei Werthe des halben Unterschieds der beiden Azimute mit in Rechnung nahm, bei denen, in je einerlei Streichungszustand, die Nadel senkrecht wurde, wenn erst die eine und dann die andere ihrer Vorderflächen gegen die Nordhälfte des Horizontes gekehrt war.

Die zuletzt genannten zwei Winkel, a und a', hangen nur von den mehr erwähnten sechs unbekannten Gröfsen ab, und zwar von der *Inclination selbst*, in kaum wahrnehmbarem Grade; die vier beobachteten Schwingungsdauern T $T_{\prime}$ $T_{\prime\prime}$ $T_{\prime\prime\prime}$ aber von denselben Gröfsen, und aufserdem von noch einer, die sich aus dem Trägheitsmomente der Nadel in Beziehung auf ihre Drehungsaxe und aus dem Abstande, p, ihres Schwerpunkts von derselben zusammensetzt. Im Ganzen liefert also eine auf diese Weise angeordnete Beobachtungsreihe zehn Gleichungen, in welchen die 7 darin eingehenden Unbekannten mit genugsam verschiedenen Coëfficienten versehen sind, um ihrer Bestimmung das nöthige Gewicht zu geben.

Man

Digitized by Google

Man übersieht diefs wie folgt:

Die, auf unendlich kleine Bogen reducirte und in Secunden ausgedrückte, Schwingungsdauer eines beliebigen Körpers ist, wenn R das ihn nach sehr kleiner Ablenkung in die Gleichgewichtslage treibende Moment, M sein Gewicht, Ml^2 sein Trägheitsmoment in Beziehung auf die Drehungsaxe, und λ die Länge des einfachen Secundenpendels bezeichnen:

$$t = \sqrt{\frac{Ml^2}{\lambda . R}}.$$

Da nun, unter den Bedingungen unter denen wir die Schwingungsdauer $T \ldots T_{\prime\prime\prime}$ für eine Inclinationsnadel beobachtet annehmen, die Werthe von R respective sind:

$$\begin{matrix} R \text{ für } T \\ R \text{ für } T_{\prime} \end{matrix} = (1 - 2k \sin(i \pm P \mp K) + k^2)^{\frac{1}{2}} . \frac{Mp}{k}$$

$$\begin{matrix} R \text{ für } T_{\prime\prime} \\ R \text{ für } T_{\prime\prime\prime} \end{matrix} = (1 + 2k' \sin(i \pm P \mp K') + k'^2)^{\frac{1}{2}} . \frac{Mp}{k'},$$

so folgt:

$$\begin{matrix} T^4 \\ T_{\prime}^4 \end{matrix} = \frac{A^2 k^2}{1 - 2k . \sin(i \pm P \mp K) + k^2}$$

$$\begin{matrix} T_{\prime\prime}^4 \\ T_{\prime\prime\prime}^4 \end{matrix} = \frac{A^2 k'^2}{1 + 2k' . \sin(i \pm P \mp K') + k'^2},$$

wenn man die Gröfse: $\frac{l^2}{\lambda . p} = A$ setzt.

Man sieht hieraus zunächst, dafs man den Schwerpunktsabstand p in demselben Maafse ausgedrückt erhält, welches den Ausmessungen der Nadel sowohl als der Länge des Secundenpendels zu Grunde liegt, sobald nur A^2 aus den Schwingungszeiten und das Trägheitsmoment Ml^2 auf irgend eine andere Weise bekannt geworden ist.

Was aber die Bestimmung von i betrifft, so kommen zu den zuletzt angeführten Gleichungen für $T^4 \ldots T_{\prime\prime\prime}^4$ noch folgende, für die halben Unterschiede a und a' der zwei Azimute, bei denen die Nadel vor dem Umstreichen, und derjenigen, bei denen sie nach dem Umstreichen senkrecht war:

$$\sin a = + K . \sin 1'' . tg\, i - \frac{k \sin P}{\sin i}$$

Digitized by Google

$$\sin a' = -K' \,.\, \sin \mathrm{I}' \,.\, tg\, i - \frac{k' \,.\, \sin P}{\sin i},$$

so wie endlich die vier auf die mehrerwähnten Neigungswinkel bezüglichen Gleichungen:

$$\begin{aligned} &\sin(i-I-K) \;\; -k \cos\;(I+P)=0 \\ &\sin(i-I'+K) \;\; -k \cos\;(I'-P)=0 \\ &\sin(i-I''-K')+k' \cos(I''+P)=0 \\ &\sin(i-I'''+K')+k' \cos(I'''-P)=0. \end{aligned}$$

Es kann daher den nunmehr vorhandenen *zehn* Bedingungen durch die zu findenden Werthe der *sieben* Unbekannten nicht vollständig, sondern nur in sofern genügt werden, dafs die Summe der Quadrate der in den beobachteten Werthen zurückbleibenden Fehler die *kleinste*, und somit die Werthe der gesuchten, welche diese Fehler zurücklassen, *die wahrscheinlichsten* seyen. — Bezeichnet man namentlich die von ihren Fehlern befreiten

Neigungswinkel mit: $I+f \;,\; I'+f' \ldots I'''+f'''$
Schwingungswinkel mit: $T+\Phi \;,\; T_{,}+\varphi' \ldots T_{,,,}+\varphi'''$
Azimutunterschied mit: $a+\psi \;,\; a'+\psi'$

und eben so die wahren Werthe der gesuchten mit:

$$i+\Delta i \;,\; K+\Delta K \;.\;.\;.\;.\; A+\Delta A,$$

während i, $K \ldots\ldots A$ Näherungswerthe für dieselben Gröfsen vorstellen, so zeigt die Entwicklung der linearen Gleichung zwischen jedem der genannten Fehler einerseits, und den gesuchten Correctionen der Näherung Werthe von der andern, dafs z. B. das Δi in den Ausdrücken für $f \ldots f'''$ bei weitem gröfsere Coëfficienten erhält als in denen für $\varphi \ldots \varphi'''$, und für ψ und ψ'. Eben so verhält es sich mit den Coëfficienten von ΔK und $\Delta K'$, während die für Δk und $\Delta k'$ in den Ausdrücken für die f und für die φ, und die Coëfficienten von ΔP in den Gleichungen für die f, für die φ und für die ψ weit näher von gleicher Gröfse sind. Die Auflösung der, durch eine einfache Differentiation gebildeten und dann numerisch berechneten, Gleichungen dieser Art, kann jedoch in diesem Falle nicht unmittelbar so geschehen, dafs man die Summe der Quadrate der Fehler oder $(f^2 + \ldots + f'''^2 + \varphi^2 + \ldots + \varphi'''^2 + \psi^2 + \psi'^2)$ zu einem Minimum mache, weil respective die f, die φ und die ψ in Bogenminuten des Inclinationskreises, in Zeitse-

Digitized by Google

cunden und in Bogenminuten des Azimutkreises ausgedrückt sind. Man mufs vielmehr in diesem, wie in vielen ähnlichen Fällen, zuvor über die Zahlwerthe entscheiden, welche gleiche wahrscheinliche Fehler aus den drei genannten Klassen besitzen. Die mehrmalige Wiederholung gleichartiger Beobachtungen schien mir hierzu das einfachste Mittel, und ich habe durch dessen Anwendung gefunden, dafs man in der reducirten Schwingungsdauer einer Gambey'schen Inclinationsnadel etwa eben so oft um 0,01 Zeitsecunde irrt, wie bei den im Meridian abgelesenen Neigungswinkeln um 3 Bogenminuten, so wie auch, dafs der zuletzt genannte Fehler gleiche Wahrscheinlichkeit besitzt mit einem Fehler von 30 Minuten in der Bestimmung des Unterschiedes der Azimute, bei denen die Nadel senkrecht ist.

Man entspricht diesen Erfahrungen indem man eine jede der Gleichungen für $\varphi \ldots \varphi'''$ mit 300, eine jede Gleichung für ψ und ψ' mit 0,1 multiplicirt, und dann, nachdem $300\varphi = f^{(5)} \ldots$ $0{,}1\psi = f^{(9)} \ldots$ bezeichnet worden ist, auf die bekannte Weise der Bedingung: $\Sigma(f^2) =$ *Minimum* genügt.

Die mit dem letzteren Ausdrucke identischen *sieben* linearen Endgleichungen:

$$\sum f \frac{df}{di} = 0 \qquad \sum f \frac{df}{dK} = 0 \;\ldots\ldots\; \sum f \cdot \frac{df}{dA} = 0,$$

habe ich so benutzt, dafs ich die, nach Ausschlufs von $\sum f \cdot \frac{df}{dP} = 0$ übrigbleibenden *sechs*, für drei einander nahe gelegene und namentlich um je 1° verschiedene Werthe des Winkel P gebildet und aufgelöst, zuletzt aber denjenigen interpolirten Werth von P nebst dem ihm entsprechenden Systeme der übrigen Unbekannten beibehalten habe, welche unter allen die kleinste Summe der Fehlerquadrate zurückliefsen.

Was die Beobachtungen selbst betrifft, so habe ich nur noch in Betreff der Schwingungsdauern zu bemerken, dafs eine jede derselben, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus sieben beobachteten Momenten, nämlich aus den

34 *

Digitized

Anfängen der 0ten, 10ten . . . . bis zur 60sten Schwingung geschlossen, dafs der Schwingungsbogen am Anfang und am Ende einer jeden solchen Reihe, durch dreimalige Ablesung, bestimmt und die Reduction auf unendlich kleine Bogen in der Voraussetzung einer der Zeit proportionalen Abnahme der Logarithmen der Schwingungsbogen gemacht wurde. Wenn diese Reduction, so wie hier, an dasjenige Resultat für die Dauer einer Schwingung angebracht werden soll, welches sich nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den Beobachtungen der Enden mehrere Complexe von Schwingungsdauern ergab, so setzt sie sich bekanntlich aus den Ausdrücken für den Schwingungsbogen am Ende eines jeden dieser Zeitintervalle auf eine Weise zusammen, welche ihre Berechnung beträchtlich complicirter macht, als in dem Falle von nur einer Anfangs- und einer End-Beobachtung. Ich habe mich, um dieselbe zu erhalten, der Rechnungsvorschrift und der darauf begründeten Tafeln bedient, die ich, zugleich mit meinen früheren magnetischen Beobachtungen, entwickelt und bekannt gemacht habe (Reise um die Erde. Physik. Beob. Bd. 2, St. 52 und 57).

Eine jede der vier fraglichen Schwingungsdauern wurde aufserdem, ebenso wie jeder der vier Neigungswinkel $I \ldots I'''$, bei denjenigen *zwei* Lagen des Apparates bestimmt, die sich nur durch ein verschiedenes Vorzeichen der Collimation des Kreises unterscheiden, und welche daher, bis auf Zufälligkeiten, auch in Beziehung auf die Schwingungsdauer als identisch zu betrachten waren. Der Grad der Uebereinstimmung zweier Resultate dieser Art kann etwa nach folgenden Beispielen beurtheilt werden, welche aus den vierundzwanzig ähnlichen Reihen, die mir vorliegen, ohne Auswahl entnommen sind. Ich habe dabei durch e und e' den halben Schwingungsbogen am Anfang und am Ende jeder Reihe bezeichnet, unter *Kreuz* eine Marke auf einer der Nadelflächen verstanden, und von den beobachteten Momenten respective die Enden der 0ten und 60sten, der 10ten und 50sten, und der 20sten und 40sten Schwingung in einerlei Horizontalreihe geschrieben, weil bekanntlich die Differen-

Digitized by Google

zen eines jeden dieser Paare am leichtesten zu dem gesuchten Resultate führen.

Nadel *B*. März 20.

Erste Streichung.

I. Limbus *gegen* Osten. Kreuz vorne.		II. Limbus *gegen* Westen. Kreuz hinten.	
0′ 48″,8	3′ 48″,4	17′ 29″,8	20′ 26″,4
1 19 ,6	3 19 ,2	17 59 ,0	19 57 ,2
1 49 ,6	2 49 ,4	18 28 ,4	19 27 ,6
2′ 19″,8		18′ 58″,4	
$e=58°,25$	$e'=14°,45$	$e=45°,9$	$e'=7°,65$.

Es folgt

aus I: *Dauer einer Schwingung* = 2″,99212
Red. wegen Bogen =−0 ,06286
$T=$ 2″,92926

aus II *Dauer: einer Schwingung* = 2″,94790
Red. wegen Bogen =−0 ,03140
$T=$ 2″,91646

Im Mittel $T=2'',92286$.

Nadel *A*. März 20.

Zweite Streichung.

I. Limbus *gegen* Osten. Kreuz vorne.		II. Limbus *gegen* Westen. Kreuz hinten.	
10′ 27″,6	14′ 12″,8	25′ 35″,6	29′ 20″,4
11 6 ,0	13 36 ,0	26 14 ,4	28 43 ,4
11 44 ,0	12 58 ,6	26 51 ,6	28 6 ,8
12′ 21″,2		27′ 29″,6	
$e=56°,25$	$e'=9°,35$	$e=53°,50$	$e'=8°,00$.

Es folgt:

aus I *Dauer einer Schwingung* = 3″,75070
Red. wegen Bogen =−0 ,05797
$T_{,,}=$ 3″,69273

aus II *Dauer einer Schwingung* = 3″,74143
Red. wegen Bogen =−0 ,04835
$T_{,,}=$ 3″,69308

im Mittel $T_{,,}=3'',69290$.

Unter Beibehaltung der bisherigen Bezeichnungen ergaben nun meine Beobachtungen folgende Zahlen:

Digitized

1846. März 7 23^u bis März 8 2^u ; mit *Nadel B*:

$I\ =67°\ 16',66$ $T\ =2'',94078$

$I'\ =73\ \ 23,79$ $T_{,}\ =3\ ,00059$ $a\ =9°\ 11',5$

$I''=67\ \ 33,31$ $T_{,,}=3\ ,07841$

$I'''=62\ \ 26,75$ $T_{,,,}=3\ ,01626$ $a'=7\ \ 37,5$

1846. März 19 20^u bis März 19 23^u ; mit *Nadel B*:

$I\ =67°\ 29',29$ $T\ =2'',92285$

$I'\ =73\ \ 18,25$ $T_{,}\ =3\ ,00034$ $a\ =9°\ 17',5$

$I''=67\ \ 41,25$ $T_{,,}=3\ ,06895$

$I'''=62\ \ 27,22$ $T_{,,,}=3\ ,02218$ $a'=6\ \ 57,0$

1846. März 29 23^u bis März 20 2^u ; mit *Nadel A*:

$I\ =72°\ \ 4',16$ $T\ =2'',61891$

$I'\ =73\ \ 39,00$ $T_{,}\ =2\ ,62387$ $a\ =2°\ \ 7',5$

$I''=58\ \ 23,87$ $T_{,,}=3\ ,69290$

$I'''=56'\ 52,77$ $T_{,,,}=3\ ,66136$ $a'=2\ \ 44,5$

Die *Darstellung derselben durch die gesuchten Gröfsen* und die *endlichen Werthe dieser letzteren* ersieht man aus folgenden Zahlen, welche erhalten wurden, indem man den in den Schwingungsdauern und in den Azimuten zurückbleibenden Fehlern, respective durch Multiplication mit 300 und mit 0,1, gleiches Maafs mit den Fehlern der Neigungswinkel gab, und bei Aufzählung der Fehler immer zuerst die zu den I, dann die zu den T und endlich die zu a und a' gehörigen nannte:

1) In den *Beobachtungen von März 8 mit Nadel B* bleiben als kleinste Fehler, mit:

$P=202°\ 30'$		$P=203°\ 30'$		$P=204°\ 30'$	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
−0',30	0,09	−0',83	0,69	−1',46	2,13
+1,09	1,19	−2,13	4,53	−2,81	7,90
−1,55	2,40	+1,52	2,31	+2,09	4,37
+2,18	4,76	+0,75	0,56	−0,65	0,42
+2',67	6,61	+2',43	5,91	+2',13	4,53
+1,53	2,34	+2,07	4,29	+2,64	6,96
−1,89	3,57	−0,90	0,81	−0,00	0,00
−2,94	8,65	−2,88	8,30	−2,88	8,30
+1',80	3,24	+2',17	4,72	+2',36	5,57
−5,49	30,15	−4,91	24,10	−4,46	19,84
$\Sigma(f^2)=63,00$		$\Sigma(f^2)=56,22$		$\Sigma(f^2)=60,02.$	

Digitized by Google

Ist nun Ω^2 der kleinstmögliche Werth von $\Sigma(f^2)$, P_0 der ihm entsprechende Werth von P, so erhält man diese Gröfsen bekanntlich durch Substitution der eben gefundenen drei Paare von Fehlern in die Gleichung:

$$\Omega^2=\Sigma(f^2)+(P_0-P)^2.x.$$

Es folgt:

$$\Omega^2=56,12 \qquad P_0=203^\circ\ 38',46,$$

der mittlere Fehler für das Gewicht 1

$$=\sqrt{\frac{56,12}{(10-7)}}=4,32,$$

und wenn man $(P_0-203^\circ\ 30')$ mit ΔP bezeichne

	Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i=67^\circ\ 39',69-0,0119.\Delta P=67^\circ\ 39',59$	3,612	±1',54
$K=+17',20-0,1465.\Delta P=15',96$	1,1018	±2,21
$K'=+12',78-0,1055.\Delta P=13',67$	1,9811	±2,07
$k=0,146318+0,1515.10^{-4}.\Delta P=0,146446$	5028200	±0,001299
$k'=0,121384+0,1444.10^{-4}.\Delta P=0,121506$	11315000	±0,000866
$A^2=4686,94-0,94798.\Delta P=4678,92$	0,001378	±78,50

2) In den *Beobachtungen mit Nadel B von März* 19 bleiben als kleinste Fehler mit:

P=202° 30'		P=203° 30'		P=204° 30'	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
−0,69	0,47	−0,91	0,83	−1,26	1,59
+0,39	0,15	−0,18	0,03	−0,83	0,69
−0,17	0,03	+0,40	0,16	+1,28	1,64
−0,22	0,05	−0,37	0,13	+0,99	0,98
+3,49	12,17	+3,09	9,55	+2,95	8,70
−5,55	30,80	−4,83	23,32	−4,49	20,15
+3,69	13,61	+4,26	18,13	+4,87	23,71
−1,65	2,72	−2,49	6,20	−2,95	8,80
−0,83	0,69	−0,02	0,00	−0,33	0,11
−0,34	0,11	+0,08	0,00	+0,45	0,20
$\Sigma(f^2)=60,80$		$\Sigma(f^2)=58,35$		$\Sigma(f^2)=66,47$	

Es folgt:

$$\Omega^2=57^\circ,99 \qquad P_0=203^\circ\ 14',34.$$

Mittlere Fehler für das Gewicht 1=4,40
und hiermit, wenn man $(P_0-203^\circ\ 30')=\Delta P$ setzt:

		Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i = 67^\circ\ 45',38 - 0,00037 . \Delta P$	$= 67^\circ\ 45',38$	3,612	$\pm 1',56$
$K = + 8',51 - 0,1408 . \Delta P$	$= + 10',71$	1,1018	$\pm 2',24$
$K' = + 12',59 + 0,1109 . \Delta P$	$= + 10',86$	1,9811	$\pm 2',10$
$k = 0,145892 + 0,0783 . 10^{-4} . \Delta P$	$= 0,145800$	5028200	$\pm 0,001321$
$k' = 0,123398 + 0,0854 . 10^{-4} . \Delta P$	$= 0,123265$	11315000	$\pm 0,000880$
$A^2 = 4565,80 - 0,58304 . \Delta P$	$= 4574,93$	0,001378	$\pm 79,78$

3) In den *Beobachtungen mit Nadel A von März* 20 bleiben als kleinste Fehler, mit:

$P=182^\circ\ 50'$		$P=183^\circ\ 50'$		$P=184^\circ\ 50'$	
f	f^2	f	f^2	f	f^2
+1',05	1,10	+0',91	0,83	+0',72	0,52
−2 ,52	6,35	−1 ,86	3,46	−1 ,56	6,56
−4 ,94	24,41	+0 ,13	0,01	+5 ,48	30,02
−0 ,42	0,18	−0 ,55	0,30	−0 ,45	0,20
+0',27	0,05	−0',78	0,61	−1',77	3,13
+0 ,75	0,55	+1 ,48	2,19	+1 ,76	3,12
+1 ,29	1,67	+2 ,97	8,91	+4 ,91	24,10
−2 ,00	4,00	−3 ,46	11,97	−5 ,01	25,10
−3',20	10,34	+3',22	15,06	+4',52	20,43
−5 ,81	30,36	−4 ,29	18,41	−2 ,50	6,25
$\Sigma(f^2)=78,91$		$\Sigma(f^2)=61,75$		$\Sigma(f^2)=119,43$	

Es folgt:

$$\Omega^2 = 59,13 \qquad P_0 = 183^\circ\ 33',72$$

Mittlere Fehler für das Gewicht $1 = 4,44$

und hiermit wenn man $(P_0 - 183^\circ\ 50',0) = \Delta P$ setzt:

		Gewicht.	Wahrsch. Fehler.
$i = 67^\circ\ 43',56 + 0,02074 . \Delta P$	$= 67^\circ\ 43',21$	1,078	$\pm 2',96$
$K = - 7',47 - 0,2805 . \Delta P$	$= - 2',88$	1,240	$\pm 2,69$
$K' = + 31',74 + 0,2504 . \Delta P$	$= + 27',64$	3,761	$\pm 1,55$
$k = 0,303433 - 0,1041 . 10^{-4} . \Delta P$	$= 0,303603$	2709400	$\pm 0,001819$
$k' = 0,328281 + 0,0182 . 10^{-4} . \Delta P$	$= 0,328252$	5432500	$\pm 0,001284$
$A^2 = 848,930 + 0,00973 . \Delta P$	$= 848,775$	0,1246	$\pm 8,482$

Nach den drei einzelnen Resultaten:

$i = 67^\circ\ 39',59 \pm 1',54$ für 1844 März 8. 0^u
$i = 67\ \ 45',38 \pm 1',56$ - - März 19. 22^u
$i = 67\ \ 43',21 \pm 2',96$ - - März 20. 1^u

hat man demnach für den oben bezeichneten Ort, und etwa für *März* 14 1846 die *Inclination* $= 67^\circ\ 42',73$ zu setzen

Digitized by Google

mit einem *wahrscheinlichen Fehler* von $\pm 2',16$, und dieser Werth entfernt sich in der That von den einzelnen Bestimmungen um nur: $+3',14$, $-2',65$ und $-0',48$ mithin um Gröfsen, welche die wahrscheinlichen Fehler der Messungen nicht mehr übertreffen als sich schon durch die geringe periodische Veränderlichkeit der Inclination, erklären läfst.

Ich habe früher durch geeignete Messungen, wenn die Pariser Linie als Maafseinheit gewählt wird, das Trägheitsmoment der angewendeten Inclinationsnadeln $= M.527 = Ml^2$ gefunden, wenn M deren Gewicht bedeutet [1]). Mit der Pendellänge $\lambda = 440,739$ folgen daher nun aus: $p = \frac{l^2}{\lambda A}$ und $k = \frac{p}{k}$, die *Abstände der Schwerpunkte von der Drehungsaxe* in Pariser Linien

für *Nadel B*	$p = 0,0175$ nach der Bestimmung von	*März* 8
	$p = 0,0177$ - - - -	*März* 19
für *Nadel A*	$p = 0,0410$ - - - -	*März* 20

und die *Abstände des Magnetpunktes von der Drehungsaxe* in Pariser Linien

für *Nadel B*,	*bei der ersten Lage der Pole*	*zweiten Lage der Pole*
März 8	$x = 0,1439$	$x = 0,1194$
März 20	$x = 0,1434$	$x = 0,1213$
für *Nadel A*		
März 20	$x = 0,1250$	$x = 0,1352$.

Hier scheint es mir kaum möglich die Thatsache, dafs die *Nadel B* bei beiden Versuchen um etwa $\frac{1}{5}$ stärker wurde, während ihr Nordpol in der einen, als während er in der anderen Hälfte des Stahles lag, der (*möglichst gleich gemachten*), Handhabung der Magnetstäbe zuzuschreiben. Vielleicht eher dem Umstande, dafs sich eine *viele Jahre hindurch unverändert gebliebene* Vertheilung des Magnetismus,

1) Namentlich beträgt

			Grammen
das Gew. des Stahles an jed. Nad.:	166,09	Gran Nürnb. Med. Gew.	=2,6785
- - - Messings - - -	66,93	- - - - -	=1,0794

oder $M = 233,02$ Gr. N. M. G. $= 3,7579$ Grammen (A. a. O. S. 4.)

Digitized by Google

schwerer invertiren läfst, als eine erst kürzlich eingeleitete. In der hier angewendeten *Nadel B* hatte in der That die erste Lage der Pole vor den Versuchen, sieben Jahre lang unverändert bestanden.

II. Intensität.

Die Intensität der magnetischen Horizontalcomponente habe ich, nach der Gauss'schen Methode, in der Mitte eines Zimmers gemessen, von welcher alle beträchtlichen Eisenmassen und Magnete in genugsamer und ungeänderter Entfernung gehalten wurden. Die darauf folgende Vergleichung der Schwingungsdauern einer Horizontalnadel an dieser Stelle und an dem oben bezeichneten Punkte im Freien (S. 519) gab den für diesen letzteren Punkt gültigen Werth der gesuchten Gröfse, und zeigte zugleich, dafs die ausserwesentlichen Einflüsse im Zimmer äufserst klein gewesen waren. Der gebrauchte Apparat bestand in dem Chronometer Kessels 1253, einem kleinen Kater'schen Kreise, einer Wage und einem der hiesigen Universität gehörigen kleinen Magnetometer von Meyerstein. Der Gang der angewandten Uhr folgte, mit weit mehr als genügender Schärfe, aus folgenden Sonnenhöhen unter der Polhöhe 52° 31′ 30″:

1846.		Angabe des Chron. K.	Angabe des Kat. Kreises.
April	5.	19° 33′ 21″,55	18° 40′,00 + n
-	7.	4 35 36 ,93	18 40 ,00 + n
-	7.	20 22 27 ,66	26 20 ,83 + n
-	14.	5 33 42 ,50	11 54 ,00 + n
-	19.	20 25 47 ,40	30 12 ,17 + n
-	22.	3 46 26 ,83	29 59 ,00 + n

bei denen n eine constante Correction wegen Einstellung der Wasserwage auf stets ein und denselben, ihrem wahren Nullpunkte nahe gelegenen, Theilstrich bedeutet, und jede Beobachtung mit sechs Einstellungen auf den *Mittelpunkt der Sonne* gleich gilt. Mit $n = +0',198$ ergeben sich die Unterschiede zwischen *Mittlerer Zeit* (*M*) und der *Angabe*

Digitized by Google

des Chronometers (K), so wie deren Vergleichung mit dem Ausdruck: $M-K=-35'',97-11'',2072$ (Datum — *April* 6,00) wie folgt:

		beob.	ber.
April	6,00	— 37″,69	— 35″,97
-	7,00	— 46 ,52	— 47 ,18
-	8,00	— 59 ,79	— 58 ,38
-	14,00	—125 ,44	—125 ,63
-	20,00	—192 ,95	—192 ,87
-	22,00	—215 ,55	—215 ,28.

Die *tägliche Voreilung* von 11″,207 wäre hiernach bis auf $\pm 0'',088$ und der anzuwendende Ausdruck:

log (Dauer in M. Zt.) = *log* (Dauer in Uhrzeit) — 0,0000563,

bis auf eine Gröfse sicher zu achten, welche zu der zu bestimmenden magnetischen Kraft nur $\pm \frac{1}{2000000}$ des Ganzen hinzufügt. Es fehlt indefs viel daran, dafs sich eine ähnliche Sicherheit durch andere Theile des Apparates erreichen liefse, welche nun, bei der Rechenschaft über die Bestimmung der Hülfsgröfsen, einzeln zu erwähnen sind.

Bekanntlich zerfällt jede Arbeit, welche die magnetische Horizontalcomponente in absolutem Maafse (T) ergiebt, in folgende zwei Haupttheile:

1) *den Schwingungsversuch*, welcher, wenn: m das magnetische Moment des sogenannten *Ablenkungsstabes*, K sein Trägheitsmoment für die Axe um die man ihn schwingen läfst, und τ die Dauer einer der unendlich kleinen Schwingungen bedeutet, die er nur durch den Magnetismus machen würde, zur Bestimmung von mT durch folgenden Ausdruck führt:

$$mT=\frac{\pi^2 K}{\tau^2};$$

2) den *Ablenkungsversuch*. Wenn:

u', u die Ablenkungen bedeuten, welche der horizontal, und auf den magnetischen Meridian senkrecht, gelegte Ablenkungsstab auf einen zweiten bewirkt, dessen magnetische Axe mit ihm in einerlei Horizontalebene, und dessen Mittelpunkt von seinem Mittelpunkte beziehungsweise um

r', r entfernt liegt, so wie

Digitized by Google

$\frac{1}{n'}$ für den abgelenkten Stab das Verhältnifs der Drehungsmomente, welche die Torsion seines Aufhängungsfadens und der Magnetismus auf ihn ausüben, so ergiebt dieser Versuch den Quotienten $\frac{m}{T}$ durch den Ausdruck:

$$\frac{m}{T} = \frac{n'+1}{n'} \cdot \frac{r'^3 tg\, u' - r^3 . tg\, u}{r'^2 - r^2}.$$

Der Quotient der unter 1) genannten Zahl durch die unter 2) genannte, ist daher das Quadrat der Gesuchten. Sowohl die *Schwingungsbogen* des Ablenkungsstabes in der ersten Hälfte jeder dieser Messungen, als auch die in deren zweiten Hälfte durch ihn bewirkten Ablenkungen u, u' werden, auch bei den kleinen Meyerstein'schen Magnetometern, durch einen Spiegel bestimmt, der nahe am Mittelpunkt des Stabes und nahe senkrecht auf seine Magnetaxe liegt. Namentlich wird am Fadenkreuz eines festgestellten Fernrohrs (des am Kater'schen Kreise befindlichen) derjenige Theilstrich einer festen Millimeterscale abgelesen, der von der Normale auf den Spiegel eben so weit abliegt, als ein anderer, im Vertical der optischen Axe gelegener, Strich derselben Scale. Ich habe diesen zuletzt genannten Theilstrich, auf die übliche Weise, durch ein über die Mitte des Objectivs gehängtes Bleiloth, vor jeder einzelnen Messung gefunden und abgelesen, und das Ganze stets so aufgestellt, dafs die Verticalebene durch die optische Axe sowohl senkrecht gegen die Scale, als auch dem magnetischen Meridian, und mithin der Normale auf den Spiegel in dessen Ruhelage, sehr nahe war. Ist dann a der Unterschied der Ablesungen am Fadenkreuz bei zweien Richtungen der Nadel deren Azimutalunterschied w gesucht wird, so hat man in aller Strenge $tg\, 2w = \frac{a}{R}$, wenn R *den im magnetischen Meridian gemessenen Horizontalabstand der Scale, von einem um* $\frac{1}{\mu}$ *der Dicke des Glasspiegels hinter dessen*

Digitized by Google

Vorderfläche gelegenen Punkt, und μ den Brechungsindex des Glases bezeichnen. Da das Endresultat aller Versuche sehr nahe umgekehrt proportional ist mit der Quadratwurzel aus dem *Maafse* der bei ihnen vorkommenden Ablenkungen, und daher direct proportional mit $\sqrt{R}$, so hängt zunächst alles von genauer Messung *dieser* Gröfse ab. Da mir die Anwendung von Maafsstäben zu diesem Zwecke durch den Kasten erschwert schien, welcher die Nadel und deren Spiegel von der Scale trennt, so habe ich es vorgezogen, bei jeder Versuchsreihe diejenigen mit a, a' ... Millimeter bezeichneten Scalenpunkte abzulesen, die an das Fadenkreuz gespiegelt wurden, während das Theodolitenfernrohr um o, u, u' .... von dem magnetsichen Meridiane entfernt lag. Man hat dann: $R = \frac{1}{2}\left(\frac{a'-a}{tg\,u} - \varrho\right)$, wenn ϱ die Anzahl Millimeter ist, um welche der Mittelpunkt des Theodoliten hinter der Scale lag. — Bei der gebrauchten Aufstellung war immer $\varrho = 60$, und es ergab sich z. B. das R für die Ablenkungsversuche von Februar 27 aus

Ablesung am Kreis k	Ablesung im Spiegel σ
238° 32',5	465,775
238 20 ,5	474,40
238 12 ,2	479,28
237 53 ,0	492,10
237 26 ,2	510,05
237 14 ,0	520,70

wobei unter Ablesung im Spiegel die Zahl: $\frac{\alpha + \alpha' + 2\beta}{4}$ gesetzt ist, wenn α, β, α' die drei Zahlen bedeuten, die man bei drei aufeinanderfolgenden, extremen Stellungen der Nadel ablas. Der auf der Nadel senkrechten Richtung des Fernrohrs entsprach $k = 237^\circ\ 43',2$. — Es werden nun diese Zahlen durch $\sigma = 499{,}876 + (237^\circ\ 43',2 - k) . 0{,}697403$ am besten dargestellt, oder durch den dieser Gleichung entsprechenden Werth:

$$\log R = 3{,}06774 = \log \tfrac{1}{2}\left(\frac{0{,}697403}{\sin 1'} - 60\right).$$

Ganz auf gleiche Weise erhielt ich die Werthe von *R* für die Schwingungsversuche und für die Ablenkungsversuche an den übrigen Beobachtungstagen. Die letzteren waren namentlich:

für Febr.	10:	*log R*	$=3,07928$
- -	12:		$=3,07923$
- -	15:		$=3,06363$
- -	27:		$=3,06774$

und zwar mit *wahrscheinlichen Fehlern*, die von $\frac{1}{296}$ bis zu $\frac{1}{175}$ des Ganzen betragen. Sie setzen die Werthe der Horizontalcomponente zu denen sie beitragen, einem *halb so grofsen Fehler* aus, und beeinträchtigen daher die Genauigkeit dieser Resultate weit mehr als alle übrigen Theile der zu denselben führenden Versuche [1]).

Eine zweite Vorarbeit bestand in der Bestimmung des oben (S. 540) durch n' bezeichneten Quotienten aus den Drehungsmomenten, welche die Torsion seines Fadens und der Magnetismus auf den *abzulenkenden Stab* ausübten, so wie der vier analogen Gröfsen die respective für jeden der zwei angewendeten *Ablenkungsstäbe* (No. I und No. II) galten, während dieselben an einerlei Faden zuerst für sich (*unbelastet*) und dann mit einem Zusatzgewicht versehen (*belastet*) zum Schwingen aufgehängt waren. Ein jeder der zwei Kasten des Meyerstein'schen Apparates ist, zu diesem Ende, an dem Cylinder welcher den Aufhängungsfaden umgiebt, mit einem *Torsionskreise* versehen, an welchem man die Windung abliest die dem Faden, von einer bestimmten Lage desselben anfangend, gegeben wird. Die Gröfse n' habe ich mit Hülfe dieser Vorrichtung aus den Stellungen der Nadel, die mit bekannten Torsionen zusammentrafen, folgendermafsen gefunden:

1) Auch glaube ich nach diesen Erfahrungen, dafs eine Bestimmung des *R* durch Maafsstäbe, trotz der oben erwähnten Schwierigkeit derselben, dennoch der von mir gebrauchten Messungsart vorzuziehen ist, um so mehr, wenn man nicht Gelegenheit hat — so wie hier — die zufälligen Fehler der letzteren durch Wiederholungen der Versuche bei verschiedenen Aufstellungen unschädlicher zu machen.

Digitized by Google

Ablesung an dem Torsionskreise	der gespiegelten Scale
180°,2	482,25
240 ,2	501,34
300 ,2	521,50

bei denen die Scale vom Spiegel um $R = 986,12$ abstand. Es entsprechen ihnen $n' = 103,8$; $\log \frac{n'+1}{n'} = 0,00417$.

Ebenso fand sich für den *unbelastet aufgehängten Ablenkungsstab No. I:*
600′ Torsion einer Verrückung des Spiegelbildes der Scale um 1,202 entsprechend; bei $R = 1058,92$, und daraus:

das zugehörige $n = 314,7$,

und endlich für den *belastet aufgehängten Stab No. II:*
3600′ Torsion einer Verrückung des Spiegelbildes der Scale um 10,060 entsprechend, bei $R = 1584,73$, und daraus

das zugehörige $n = 329,9$.

Da nun, wie leicht zu sehen, für zwei gleich geformte und gleich constituirte Stäbe (wie No. I und II), bei Aufhängung an einerlei Faden, die Werthe der Gröfse n den Quadraten ihrer Schwingungsdauern umgekehrt proportional sind, so habe ich, nach den unten beizubringenden Bestimmungen dieser letzteren, die noch fehlenden zwei Werthe von n

für den *unbelasteten Stab No. II* $n = 353,7$
- - *belasteten Stab No. I* $n = 293,7$

angenommen. Die Dauer der durch Magnetismus allein bewirkten Schwingung eines Stabes ergiebt sich aus der *beobachtbaren* Dauer einer durch Magnetismus und Torsion zugleich bewirkten Schwingung desselben, durch Multiplication der letzteren mit $\sqrt{1+\frac{1}{n}}$, wonach, um sie zugleich wegen der Torsion und wegen des oben erwähnten Uhrganges zu reduciren, zu den Logarithmen der *beobachteten* Schwingungsdauern zu addiren, waren

für No.	I	unbelastet:	0,00063
- -	II	-	0,00055
- -	I	belastet	0,00067
- -	II	-	0,00060.

Die zuletzt erwähnten Dauern habe ich darauf so bestimmt, dafs jedesmal zuerst das Ende der 0ten, 1sten bis 10ten Schwingung, nebst dem am Anfang und am Ende dieser Reihe stattfindenden Schwingungsbogen beobachtet wurden, darauf, mit der analogen Zugabe, die Enden der $(\mu+1)$sten, $(\mu+2)$ten bis $(\mu+10)$ten und eben so die Enden der $(\mu+\mu'+1)$sten, $(\mu+\mu'+2)$ten bis $(\mu+\mu'+10)$ten Schwingung u. s. w. Waren dann h und h_0 respective die durch Interpolation für die Mitte einer dieser Reihen, und für die Mitte der nächstfolgenden Reihe gefundenen Schwingungsbogen in Scalentheilen, so wurde von jedem der zehn Resultate für die Dauer *einer* Schwingung τ', die sich aus den Differenzen der um μ oder μ' Schwingungen von einander gelegenen Beobachtungen ergaben, um sie auf unendlich kleinen Bogen zu reduciren, oder, um $\tau_{,}$ zu erhalten, die folgende Reduction abgezogen:

$$\tau' - \tau_{,} = \frac{(h^2 - h_0^2)\,\tau'.\,Mod.}{(\log h - \log h^0)\,512\,R^2},$$

worin R den auf die früher angegebene Weise gemessenen Abstand der Scale vom Spiegel bedeutet. Sie ist eine, bei der Kleinheit der Winkel die den h entsprechen, hinreichend angenäherte Abkürzung der oben (S. 532) erwähnten allgemeinen Reduction.

So fanden sich z. B.:

Februar 8. No. I unbelastet mit

τ'	$\tau_{,}$	h	μ
		277,0	
10″,84715	10″,84614		92
		246,12	
10 ,84342	10 ,84106		77
		220,00	
10 ,85537	10 ,85357		62
		188,25	
10 ,86411	10 ,86287		116
		152,25	

Im Mittel 10″,85091
dess. *log* =1,03547
Uhrg. u. Tors. +63
log τ =1,03610

Februar 8. No. I belastet mit

τ'	$\tau_{,}$	h	μ
		302,25	
18″,6409	18″,6350		40
		254,62	
18 ,6491	18 ,6450		50
		210,15	
18 ,6388	18 ,6365		44
		178,31	
18 ,6405	18 ,6387		72
		134,92	

Im Mittel 18″,63880
dess *log* =1,27043
Uhrg. u. Tors. +67
log τ =1,27110

Die Anführung der völlig ähnlichen Einzelheiten aller übrigen Beobachtungen wäre nutzlos. Von ihren Resultaten ($\log \tau$) sind aber zunächst diejenigen zu betrachten, wel-

Digitized by Google

welche zur Bestimmung der Trägheitsmomente (*K* und *K*+*k*) eines jeden der beiden Stäbe im unbelasteten und im belasteten Zustande geführt haben. Sie waren:

	No. I unbelastet $\log \tau$	belastet $\log T$		No. II unbelastet $\log \tau$	belastet $\log T$
Februar 8	1,03610	1,27110	*Februar* 10	1,00725	1,24269
			Februar 15	1,00657	1,24185

Aus dem obigen Ausdrucke für die Gröfse mT (S. 539) folgt leicht, dafs, da K und $K+k$ die successiven Trägheitsmomente eines in Beziehung auf Magnetismus identischen Stabes bedeuten, dessen Schwingungsdauern nach einander τ und t sind:

$$K=k\cdot\frac{\tau^2}{t^2-\tau^2} \quad \text{und} \quad K+k=k\cdot\frac{t^2}{t^2-\tau^2},$$

und dafs mithin das *Trägheitsmoment selbst*, oder *K* durch die obigen Schwingungsdauern (τ und T) für jeden der zwei Stäbe bekannt ist, sobald nur der Zuwachs (k) es ist, den dasselbe durch die hinzugefügte Belastung erlitt. Bei dem Meyerstein'schen Apparat besteht dieser letztere in zwei vortrefflich gearbeiteten Messingcylindern, welche an Coconfäden so an den schwingenden Stab gehängt werden, dafs ihre Axen in genau mefsbarem Abstande parallel mit dem Aufhängungsfaden des Stabes zu beiden Seiten gleich weit von demselben liegen. Sind nun e die Entfernung der Axe eines jeden solchen Cylinders von dem Aufhängungsfaden, ϱ sein Halbmesser, beide in Millimetern, und p sein Gewicht in Milligrammen, so folgt, wenn der Messung des Erdmagnetismus die jetzt üblichen Einheiten zu Grunde gelegt werden:

$$k=2p\left(e^2+\frac{\varrho^2}{2}\right).$$

Ich habe nun, durch Messung mit einem der metrisch getheilten Stangenzirkel von Vande und Jeanray in *Paris*

$$e=99{,}615 \qquad \varrho=5{,}00$$

gefunden, und dann durch Wägung mit einem Gewichtssatze dessen Stücke ich, zu einem anderen Zweck, sehr

Digitized by Google

sorgfältig mit einer willkührlichen Einheit (γ) verglichen hatte, nach einander:

$$p = 804{,}635 . \gamma$$
$$p = 804{,}520 . \gamma$$
$$p = 804{,}685 . \gamma$$

oder im Mittel $p = 804{,}613 . \gamma$

Die Bestimmung von γ habe ich nur auf Vergleichung mit einigen Grammentheilen gegründet, deren Summe nicht über 2,5 Gramme betrug, und daraus gefunden $\gamma = 62{,}165$.

Es würde folgen:

$$p = 50019.$$

Ein nur $\frac{2}{5000}$ ihres Nennwerthes betragender Fehler der zur Vergleichung gebrauchten kleinen Grammegewichte ist indessen so leicht möglich, dafs ich vorgezogen habe Hrn. Meyerstein's Bestimmung als ganz richtig, und somit das Gewicht jedes Cylinders der von ihm beabsichtigten Gröfse, oder

$$p = 50000$$

vorauszusetzen. Es folgt hiermit:

$$\log k = 8{,}99720,$$

und aus den angegebenen Werthen von τ und t

für No. I		für No. II		
$\log K$	$\log (K - k)$	$\log K$	$\log (K - k)$	
8,70690	9,17690	8,70567	9,17648	
		8,70605	9,17661	
		8,70585	9,17654	im Mittel.

Ueber die zweiten Hälften der Beobachtungen oder die Ablenkungsversuche habe ich nur noch zu bemerken, dafs ich mich durch vorläufige Messungen von der strengen Richtigkeit der Zahlen überzeugt habe, welche auf dem Meyerstein'schen Apparate für die Entfernungen (r und r') angegeben sind, in welchen man nach einander den Mittelpunkt eines ablenkenden Stabes von dem des abzulenkenden bringt. Sie sind $r = \pm 600$ $r' = \pm 800$. Ein jeder der unten anzuführenden Werthe von u oder von u' ist das arithmetische Mittel aus der mit dem positiven und mit dem gleich grofsen negativen Werthe von r oder von r' beobachteten Ablenkung, so wie auch, durch öftere Ab-

Digitized by Google

lesungen der Ruhestellungen des Stabes zwischen den einzelnen Theilen der Versuche, von dem Einflusse der Declinationsveränderungen genugsam befreit. Auch wurde endlich noch ein Verdacht wegen magnetischer Anziehungen *vollständig beseitigt*, die auf den abzulenkenden Stab von den Theilen des Kastens aus Rothgufs etwa ausgeübt würden, mit dem ihn der Künstler umgeben hat. Ich habe bald den einen, bald den andern dieser Theile weggenommen, ohne davon auf die Stellung des Magnetstabes irgend einen angebbaren Einflufs wahrzunehmen — und doch hatte mir damals ein Schreibfehler bei der Bestimmung der Trägheitsmomente ein so fehlerhaftes Endresultat der Versuche gegeben, dafs der Verdacht einer störenden Einwirkung des Kasten eben so dringend erschien, als er jetzt gründlich widerlegt ist.

Die einzelnen Versuche zur *Bestimmung der Horizontalcomponente* des Magnetismus im Zimmer ergaben nun:

1846.		$\log \tau$	Mit $r'=800$ u'	$r=600$ u	$\log R$	$\log m T$	$\log \frac{m}{T}$	T	Trägheits-moment.
Februar 10	Stab I	1,03248	126,012	302,100	3,07928	7,63624	7,13238	1,7862	K
Februar 10	Stab II	1,00725	141,698	338,747	3,07928	7,68565	7,18641	1,7755	K
Februar 10	Stab II	1,24269				7,68546			$K+k$
Februar 12	Stab I	1,26795	125,600	299,895	3,07923	7,63530	7,13312	1,7827	$K+k$
Februar 15	Stab II	1,00657	139,865	338,843	3,06363	7,68701	7,18974	1,7728	K
Februar 15	Stab II	1,24185				7,68710			$K+k$
Februar 27	Stab II	1,00739	140,273	337,683	3,06774	7,68538	7,19020	1,7684	K
Februar 27	Stab I	1,03253	125,054	301,417	3,06774	7,63614	7,13763	1,7752	K

Es folgt im Mittel für den Beobachtungsort im Zimmer:

$$T = 1,7768 \qquad \pm 0,0057.$$

Zur Uebertragung dieses Resultates auf den Punkt im Freien, an welchem die Inclination bestimmt ward, dienten dann endlich folgende, wegen der Schwingungsbogen bereits reducirte Schwingungsdauern eines Hansteen'schen Cylinders:

Im Zimmer. *Februar* 18. $2^h\,33'$ bis $3^h\,15'$:

3'',14892
3 ,15085
3 ,14930
3 ,14653

im Mittel 3'',14890 bei +13° R. *Temp. der Nadel.*

Digitized by Google

Im Freien. *Februar* 18. $4^h\ 34'$ bis $5^h\ 28'$:

3″,13812
3 ,14039
3 ,13803
3 ,13838

im Mittel 3″,13873 bei $-2°,8$ R. *Temp der Nadel.*

Im Zimmer. *Februar* 18. $6^h\ 30'$ bis $7^h\ 0'$:

3″,14826
3 ,14562

im Mittel 3″,14694 bei $+11°$ R. *Temp. der Nadel.*

Ich habe früher (*Physik. Beob.* u. s. w. Bd. 2, S. 54) gefunden, dafs wenn $\log\tau$ und $\log\tau_0$ die sechsstelligen Brigge'schen Logarithmen der bei v Grad und bei 0 Grad Réaum. beobachteten Schwingungsdauern dieser Nadel bedeuten, dieselben hinreichend dargestellt werden durch:

$$\log\tau_0 = \log\tau - 96{,}2498 \,.\, v.$$

Es werden hiermit die auf 0° Temperatur reducirten Schwingungsdauern:

im Zimmer 3″,13969
im Freien 3 ,14064,

und es sind demnach von der im Zimmer beobachteten magnetischen *Horizontalintensität*: 0,00064 ihrer eigenen Gröfse abzuziehen, um den, für den früher bezeichneten Punkt geltenden, Werth derselben Gröfse zu erhalten.

Hiernach ist endlich zu setzen:

1846 Febr. — März } bei 52° 31′ 36″ Breite, 11 4 49 O. v. Paris

$i = 67°\ 42',73$ $T = 1{,}7757.$

Die letztere Zahl bedeutet bekanntlich, dafs wenn man sich unter dem Namen *magnetischer Einheiten* zwei gleiche Quantitäten Magnetismus denkt, deren gegenseitige Einwirkung auf ein Millimeter Entfernung, ein Milligramm in der Secunde mittlerer Zeit ein Millimeter weit bewegt, die Wirkung von T auf *eine* magnetische Einheit, zur Bewegung eines Milligramms durch 1,7757 Millimeter in der Secunde hinreicht.

Die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus in *Berlin* ist auch in früheren Jahren schon gemessen worden, und zwar in derjenigen willkührlichen Einheit deren Ver-

hältnifs zu der absoluten, welche dem T zu Grunde liegt, jetzt hinlänglich bekannt ist.

Bezeichnet man namentlich mit f eine in jener früher gebräuchlichen willkührlichen Einheit ausgedrückte Intensität, so folgt aus den drei absoluten Intensitätsmessungen, welche ich (1828 bis 1830) in *St. Petersburg*, in *San Franzisco* und in *Rio Janeiro* durch Schwingungsversuche erhalten habe:

$$\log \frac{T}{f} = 0{,}54362$$ [1]).

und aus der absoluten Bestimmung, die Hr. Hofrath Gaufs in Göttingen 1832 durch Ablenkungsversuche machte:

$$\log \frac{T}{f} = 0{,}54309.$$

Die letztere Verhältnifszahl ergiebt folgende Zusammenstellung der Resultate für 1846 mit der Intensitätsbestimmung für *Berlin* durch Hrn. v. Humboldt im J. 1805 [2]) und mit derjenigen die ich 1828, durch Anschliefsung an dieselbe Einheit, die zuvor auf äufserst zuverlässige Weise durch Hrn. Hansteen über *Paris* nach *Christiania* und nach *St. Petersburg* übertragen worden, erhalten habe [3]).

Berlin	f	T
1805,5	0,47111	1,6376
1828,27	0,50280	1,7559
1846,13	0,50849	1,7757.

Dafs in der That, wie diese Resultate andeuten, die magnetische Horizontalcomponente für *Berlin* im ersten Viertel dieses Jahrhunderts eine unvergleichlich stärkere Abnahme erlitten habe als im zweiten, kann bis jetzt noch durch keine anderweitige Betrachtung wahrscheinlich gemacht werden. — Das gegenseitige Verhältnifs der zwei letzteren Resultate (für 1828 und 1846) kommt übrigens demjenigen sehr nahe welches Prof. Hansteen's durchaus zuverlässige Bestimmungen den nahe gleichzeitigen Intensitäten in *Christiania* anweisen [4]).

1) *Physik. Beob.* u. s. w. Bd. II, S. 453 und 454.

2) A. v. Humboldt, *Observat. astronomiques etc.*, *T. I*, *p. LXXV*.

3) *Phys. Beob.* u. s. w. II, S. 78.

4) Gaufs und Weber, Resultate u. s. w. 1840, S. 59; und Hansteen, *de mutation. momenti virgae magneticae. Christianiae* 1842. *p.* 17.

Digitized by Google

Christiania	f	T
1828,16	0,44129	1,5410
1841,28	0,44798	1,5644.

In *St. Petersburg* und in *Jekatrinburg* (58° 13′ 49″ O. v. Par. 56° 50′ 38″ Br.) haben sich dagegen in derselben Zeit beträchtlich verschiedene Veränderungen der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus gezeigt, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht, von denen, gerade wie in *Berlin* und in *Christiania*, die für 1828 auf meiner directen Bestimmung der f, die späteren aber auf absoluten Messungen (directen Messungen von T) in den Russischen magnetischen Observatorien beruhen [1]):

St. Petersburg	f	T
1828,50	0,46032	1,6075
1842,50	0,47483	1,6582
Jekatrinburg		
1828,7	0,53574	1,8707
1842,5	0,52631	1,8379.

Es ist jedoch zu bemerken dafs die zuletzt genannte Zahl, wegen der aufserordentlichen Abweichungen der acht einzelnen Resultate aus denen sie hervorging, mit einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0,0291$ behaftet ist, und dafs eine so ungewöhnliche Gröfse der *zufälligen* Fehler auch deren Befreiung von *constanten* Fehlern minder gewifs erscheinen läfst.

Die Säcularveränderung der *Inclination* für Berlin ergiebt sich dagegen mit weit mehr Sicherheit aus folgenden Beobachtungen, welche, mit Ausnahme der ersten, sämmtlich auf den oben bezeichneten Punkt, an dem die beiden letzten erhalten wurden, reducirt sind. Ich habe zu diesem Ende vorausgesetzt, dafs in der Umgegend von Berlin einer Zunahme der Breite und einer Zunahme der östlichen Länge um 1′, respective Inclinationszuwüchse von $+0',488$ und $-0',041$ entsprechen:

1) Erman, a. a. O. S. 80 und 115; und *Annuaire magnet. etc. pour* 1842. *St. Petersburg*. 1844. *p.* 716.

Berlin

1806,0	69° 53′	v. Humboldt
1825,0	68 48,25	P. und A. Erman
1828,29	68 33,80	P. und A. Erman
1832,50	68 17,41	Rudberg und Encke
1836,87	68 6,76	Encke
1838,75	68 1,52	A. Erman
1846,20	67 42,73	A. Erman.

VIII. *Ueber die Erwärmung des Eisens beim Magnetisiren desselben.*

Um zu erfahren, ob im Eisen, bei seiner Magnetisirung durch den elektrischen Strom, Wärme entwickelt werde, hat Hr. Breda folgenden Versuch angestellt:

In das Innere einer Holzrolle, die mit einem Drahtgewinde umgeben war, ward ein Rohr von weichem Eisen gesteckt, das an beiden Enden luftdicht verschlossen war. Durch das eine dieser Enden ging ein offenes Glasrohr, abgesperrt durch einen Tropfen einer gefärbten Flüssigkeit. Ueberdiefs befand sich in dem Eisenrohr eine Antimon-Wismuth-Kette, deren Drähte zu dem anderen Ende hinausgingen und zu einem empfindlichen Galvanometer führten.

Zunächst verband Hr. B. das äufsere Drahtgewinde auf continuirliche Weise mit einer galvanischen Kette, und versicherte sich dabei, dafs von der direct in dem Gewinde erregten Wärme nichts durch die Holzrolle zu dem Eisenrohr überging. Hierauf machte er den Strom durch einen Rheotom, der die Kette etwa 30 Mal in der Secunde öffnete und schlofs, discontinuirlich. Augenblicklich sah er den Tropfen in der Glasröhre fortrücken und die Nadel des mit der Thermokette verbundenen Galvanometers abweichen. Dabei liefs sich der gewöhnliche Ton hören. (*Compt. rend. T. XXI, p.* 961.)

Digitized by Google

IX. *Einiges über das Dove'sche Drehungsgesetz; von Dr. Buijs-Ballot in Utrecht.*

(Schlufs von Seite 438.)

Ich kann nicht umhin einige Prüfungen der Zahlen mitzutheilen, weil gerade diese mir die Arbeit angenehm gemacht haben. Sie sind so zahlreich und streng, dafs man, wenn man auch die Hälfte der Unterschiede ändert, doch die wahren Unterschiede wieder findet, sobald man nur in der letzten Spalte nicht mehr als eine Veränderung macht, und in der vorletzten nicht mehr als drei. Darum habe ich auch auf die letzte Spalte die meiste Vorsicht verwendet, weil ein Fehler in dieser mich hätte irre leiten können.

1) Wäre der Wind zu Anfang einer Epoche W. gewesen, am Ende derselben NO., so hätte er entweder drei positive Drehungen und n Umgänge oder fünf negative Drehungen und $n+1$ Umgänge gemacht; n kann positiv oder negativ seyn, ist aber jederzeit eine ganze Zahl. Da jeder Umgang acht Striche erfordert, sey es positive oder negative, so müfste in dieser Epoche nach Abzug der negativen Drehungen von den positiven eine Zahl in der zehnten Spalte übrig bleiben, die, wenn keine Sprünge von 180° darin vorhanden waren, durch $8n+3=8(n+1)-5$ ausgedrückt würde. Gab es aber m Sprünge, gleichviel im positiven oder negativen Sinn, so müssen $4m$ abgezogen oder zugelegt werden, denn für jeden Sprung von 180° sind vier Striche nicht aufgezeichnet, die, wenn wir den Sinn der Drehung gekannt hätten, aufgezeichnet worden wären. Die zehnte Spalte mufs also eine Zahl enthalten, die durch $8n\pm4m+3$ ausdrückbar ist. Mit andern Worten: nach Reduction der Winde auf dieselbe Richtung mufs die Zahl der zehnten Spalte, wenn die Zahl der Sprünge gerade ist, durch acht theilbar seyn, und, wenn sie ungerade ist, durch vier; und wenn diefs nicht der Fall ist, müssen die Unterschiede in einigen der acht vorhergehenden Spalten so lange geändert

Digitized by Google

werden, bis ihre Summe diesem Erfordernifs genügt. Die Zahlen, welche von der Gesammtsumme der Drehungen während eines Vierteljahres abgezogen werden müssen, sind in der Tafel IV, die nur die Unterschiede in den Spalten enthält, in der elften Spalte angegeben. In den vorhergehenden Tafeln und in der Tafel V sind sie fortgelassen, weil diese sonst zu breit geworden wären, und weil sie jedenfalls durch Anwendung der obigen Formel leicht gefunden werden können.

2) Nicht nur kann gefunden werden, ob die Unterschiede in einigen Spalten zu ändern seyen, sondern auch in welchen Spalten und um wieviel; sonst würde man auch leicht die richtigen ändern, und die unrichtigen fehlerhaft lassen. Um die Verbesserungsmethode deutlich auseinander zu setzen, werde ich eine Beobachtungsreihe fingiren, und zeigen, wie ich damit verfahre, um zu prüfen, ob Fehler darin vorhanden seyen. Es sey der Wind nach einander aufgezeichnet:

W. NW. SW. NO. O. SW. W. O. NO. N. SO.
S. N. NW. SW. SO. u. s. w.

Hierbei will ich stehen bleiben. Ich habe die Reihe absichtlich so anomal gemacht wie sie wohl nicht leicht vorkommt, um die Strenge der Berichtigung desto besser zeigen zu können.

Wenn ich auf vorhin (S. 425) genannte Weise damit verfahre, so werde ich demnach finden wie das Endresultat von No. 2 und No. 1 ist. Gesetzt jedoch, ich hätte drei Fehler gemacht und aufgezeichnet, wie sie die oberste Reihe von No. 1 angiebt:

Schema No. 1.

<table>
<tr><th></th><th>S.SW.</th><th>W.</th><th>NW.</th><th>N.</th><th>NO.</th><th>O.</th><th>SO.</th><th>S</th><th>Total</th><th>Sprünge.</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Fehlerhafte</td><td>||</td><td>=||</td><td>=||</td><td>— |</td><td>—|</td><td>—|||</td><td>||||</td><td>||</td><td>8</td><td>SW.—NO.
W.—O.</td></tr>
<tr><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>2</td><td>8</td><td>S.—N.
SW.—NO.</td></tr>
<tr><td>Wahre</td><td>|
1</td><td>= |
(—1)</td><td>= |
(—1)</td><td>—
(—1)</td><td>— |
0</td><td>—|||
2</td><td>|||
3</td><td>||
2</td><td>5</td><td>4</td></tr>
</table>

Digitized by Google

Die Gesammtzahl der Drehungen hätte seyn müssen $8n+4.4+5$, weil vier Sprünge vorhanden sind und der Wind anfangs W., zuletzt SO. gewesen ist, oder $8(n+1)+4.4-3$. Hier genügt die Zahl 8 nicht, wohl aber 5 für $n=-2$; ich habe also drei Drehungen zu viel aufgezeichnet, aber wo?

Da der Sprung SW. — NO. einen halben Umgang gleich ist, so sind in den Spalten SW.—W., W.—NW., NW.—N., NO. — O keine positiven Striche aufgezeichnet und in den Spalten SW. — S., S. — SO., SO.—O., O.—NO. keine negativen; eins von beiden hätte aber geschehen sollen, wenn wir gewufst hätten, ob der Wind von SW. nach NO. entweder durch N. oder durch S. gegangen wäre. In beiden Fällen ist, wie man sich leicht überzeugt, wenn man auf das Zeichen achtgiebt, hierdurch in den vier letzten Spalten ein Strich mehr als in den vier ersten aufgezeichnet, denn man hat gesetzt:

	0	0	0	0	0	0	0	0
statt	0	1	1	1	1	0	0	0
oder	(—1)	0	0	0	0	(—1)	(—1)	(—1)

Eben so ist, wegen des Sprunges von W. nach O., in jeder der Spalten W.—SW., SW.—S., S.—SO., SO.—O. ein Strich mehr verzeichnet als in den vier übrigen; wegen des Sprunges von S. nach N. enthält jede der Spalten S.—SO., SO.—O., O.—NO., NO.—N. einen Strich mehr als die der anderen, und wegen des letzten Sprunges von SW. nach NO. hat wiederum das Nämliche stattgefunden wie beim ersten Fall. Verfährt man nun so wie es in No. 2 wirklich geschehen ist, so wird man dieselbe Auskunft erlangen, welche man in No. 1 erhalten haben müfste, aber nicht erhalten, wenn man nur am Ende den Wind von N. nach SO. zurückbringt, was in No. 2 durch die vorletzte Zeile geschehen ist.

Schema No. 2.

	S SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.	Dreh.	Sprünge.
SW. – NO.	1	0	0	0	0	1	1	1		1
W. – O.	1	1	0	0	0	0	1	1		1
S. – N.	0	0	0	0	1	1	1	1		1
SW. – NO.	1	0	0	0	0	1	1	1		1
W. – SO.	—	—	0	0	0	0	0	—		
Differenz	2	0	0	0	1	3	4	3	13	4
Correct. abzuziehen	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
Wahres Resultat	1	(–1)	(–1)	(–1)	0	2	3	2	5	4

Die unterste Reihe giebt genau die nämlichen Unterschiede als vorhin, und beweist also, daſs man, selbst wenn man drei Fehler macht, alles genau wieder herstellen kann. Man kann nur unsicher seyn, ob man 13 oder 5 als Gesammtzahl der Drehungen anzunehmen habe; aber im ersten Fall müſste man, da $13 - 8 = 5$, fünf Fehler voraussetzen, was wohl nie geschehen könnte, da im Allgemeinen die Zahl der fehlerhaften Reihen in den Tafeln sehr gering war, und man bald eine genügende Uebung im Aufzeichnen erlangte. Wegen des Gesetzes, welchen die Gesammtzahl nach (1) genügen muſs, liegt die Alternative immer zwischen 0 und 8 Fehler, zwischen 1 und 7, zwischen 2 und 6, zwischen 3 und 5, und zwischen 4 und 4. Wenn das Letzte stattfand, habe ich solche Reihen nicht aufgenommen, und deſshalb fehlen die Jahre 1745, 1746 und 1748.

3) Es giebt noch eine Verification, nämlich für die verticalen Reihen, ähnlich wie die zweite die horizontalen berichtigte. Wenn man nämlich nicht mehr die Jahreszeiten gesondert hält, sondern die vier Partialsummen zu Einer Summe vereint, die für eine Gruppe von Jahren gilt, so müssen die Unterschiede in jeder verticalen Spalte eine gleiche Summe geben, wenn man nur die Sprünge beachtet. Man überzeugt sich leicht hievon, da der Wind nothwendig in einer Epoche für jede Himmelsgegend einen gleichen Ueberschuſs von positiven Drehungen über die negativen

Digitized by Google

zeigen mufs. Die letzte horizontale Zeile, welche die besagten Summen enthält, müfste also nur gleiche Zahlen enthalten, wenn zuvörderst auf die nämliche Windesrichtung reducirt worden ist. Scheinbar ist diefs für keine der vier Jahresgruppen der Fall, aber der Fall tritt für alle ein, wenn man nur die Berichtigung nicht unterläfst, die wegen der vernachlässigten Sprünge anzubringen ist. Wäre der Wind aus jedem Himmelsstrich gleich oft zu dem entgegengesetzten übergesprungen, oder wäre er nur eben so oft aus S. nach N. als aus N. nach S. u. s. w. gegangen, so würde die Berichtigung Null seyn. Durch die ungleiche Häufigkeit dieser Sprünge sind in den Zahlen scheinbare Unregelmäfsigkeiten veranlafst, die fortgenommen werden müssen, bevor man die Zahlen an dem Gesetze prüfen kann.

Ich werde dieses für die Jahre 1730—1737 etwas ausführlicher darthun, damit man mit Leichtigkeit aus dem Schema No. 3 ersehen könne, wie die Berichtigung für die anderen Jahresgruppen zu finden war.

Schema No. 3.

Anzahl und Namen der Sprünge in den verschiedenen Perioden.

Jahre	S.—N.	SW.—NO.	W.—O.	NW.—SO.	N.—S.	NO.—SW.	O.—W.	SO.—NW.	Summe
1730—1737	18	17	30	3	18	13	33	4	136
ungleiche	0	4	0	0	0	0	3	1	8
1738—1743	8	11	21	7	12	10	26	6	101
ungleiche	0	1	0	1	4	0	5	0	11
1749—1758	53	6	28	10	64	10	23	9	193
ungleiche	0	0	0	1	11	4	5	0	21
1760—1769	28	31	23	19	18	38	15	14	186
ungleiche	10	0	8	5	0	7	0	0	30
Summe	107	65	92	39	112	71	97	33	616

Digitized by Google

Schema No. 4.

Beispiel zum Auffinden der Berichtigung.

	S. SW.	W.	NW.	N.	NO	O.	SO.	S.	Vernachlässigte Drehungen.
für 1730—1738 Es geben									
4 (SW.—NO.)	— 4	0	0	0	0	— 4	— 4	— 4	— 16
3 (O.—W.)	0	0	— 3	— 3	— 3	— 3	0	0	— 12
1 (SO.—NW.)	0	0	0	— 1	— 1	— 1	— 1	0	— 4
Berichtigung	— 4	0	— 3	— 4	— 4	— 8	— 5	— 4	— 32
für 1760—1769									
10 (S.—N.)	0	0	0	0	—10	—10	—10	—10	— 40
8 (W.—O.)	— 8	— 8	0	0	0	0	— 8	— 8	— 32
5 (NW.—SO.)	— 5	— 5	— 5	0	0	0	0	— 5	— 20
7 (NO.—SW.)	0	— 7	— 7	— 7	— 7	0	0	0	— 28
Berichtigung	—13	—20	—12	— 7	—17	—10	—18	—23	—120

Ich habe angenommen, dafs diese überschüssigen Sprünge alle im negativen Sinne geschehen seyen, nicht weil ich dafür eine Muthmafsung hätte, sondern damit ich ein äufserst kleines Resultat bekäme. Man hat vielmehr, wie ich schon vorhin andeutete, allen Grund zu vermuthen, dafs die grofsen Sprünge, und selbst die kleinen, doch diese vielleicht nicht in dem Maafse wie jene, eher positiv als negativ seyen, indem es einem Luftstrom doch immer leichter seyn mufs, einen Wind auf einige Zeit einen grofsen Sprung vorwärts als rückwärts machen zu lassen. Das Schema No. 3 giebt die Zahl und Art der Sprünge an, das No. 4 zeigt an zwei Beispielen die Art, wie die Berichtigung anzubringen ist. Jede erste Zeile in No. 3 enthält die Zahl, wie sie aufgezeichnet ist, jede zweite Zeile enthält nur die ungleichen Sprünge; diese Zahlen sind dadurch entstanden, dafs ich immer den kleinsten von zwei gegenüberstehenden Sprüngen auf Null reducirt habe. Wenn ich nun die nicht compensirten Sprünge als negative halbe Umgänge ansehe, so mufs ich in den vier vorhergehenden Spalten für jeden einen horizontalen Strich setzen. Da z. B. in den Jahren 1730 bis 1737 der Wind vier Mal mehr von SW. nach NO. als von NO. nach SW. gegangen ist, und ich diefs

Digitized by Google

als negative Windesänderungen betrachte, so mufs ich in jede der Spalten SW.—S., S.—SO., SO.—O., O.—NO. vier horizontale Striche ziehen, wie ich diefs auch in dem Schema No. 4 gethan habe. So bin ich bei allen überschüssigen Sprüngen verfahren und habe dadurch die Berichtigung erhalten, welche, an den Totalsummen der Tafeln angebracht, dieselben untereinander gleich machen mufs und wirklich gleich gemacht hat, denn jeder sieht ein, dafs einige Summen um eins kleiner seyn müssen als die anderen, weil der Wind durch sie einmal weniger gedreht ist, da dieser nicht am Anfang und am Ende der Periode derselbe war. Seine Anfangs- und Endrichtung ist aber am Kopf und Fufs der Tafel angegeben.

Diese schönen Verificationen, welche auf alle horizontalen und verticalen Reihen angewandt sind (aufser auf die verticalen Reihen der Tafel V, weil sie dazu wegen der nicht auf einander folgenden Jahre unanwendbar waren) machen es beinahe unmöglich, dafs in den Unterschieden ein Fehler begangen sey; es ist geradezu unmöglich, wenn ich nicht einen Sprung übersehen habe, und diefs möchte wohl nicht geschehen seyn.

Achtet man auf die Wahrheit, welche der dritten Verificationsmethode zum Grunde liegt, so wird man leicht sehen, dafs man nichts mehr zu kennen braucht als die Sprünge, den Wind am Anfang und Ende einer Periode, und den Ueberschufs der positiven Drehungen über die negativen in irgend einer Spalte z. B. zwischen O. und SO., um alle Unterschiede in den übrigen sieben Spalten getreu wieder geben zu können.

Ergebnisse und Folgerungen.

Eigentlich braucht man Schlüsse nicht mitzutheilen, denn aus gleichen Prämissen, also aus den obigen Tafeln, wird jedermann gleiche Schlüsse ziehen. Ich habe auch deren nicht viele zu machen, weil ich bei den allgemeinen Folgerungen stehen bleiben mufs, da die Beobachtungszeiten zu weite und überdiefs nicht gleiche Intervalle um-

Digitized by Google

fassen. Wäre der Wind zu jeder Stunde oder nur zu zwei oder drei Stunden beobachtet, so hätte sich wohl noch mehr daraus folgern lassen, was jetzt nicht erlaubt ist, da die ohnehin grofsen Unregelmäfsigkeiten des Windes leicht ein wahres Gesetz verdecken, und ein anderes, das in der Natur nicht begründet ist, hervortreten lassen könnten. Ich werde also nur Folgendes bemerken.

1) Die Sprünge geschehen unregelmäfsig, wie Schema No. 3 zeigt. Die von S., W., N., O. nach den gegenüberstehenden Richtungen sind allerdings viel häufiger als die von den dazwischen liegenden Himmelsgegenden; indefs liegt diefs vermuthlich nur daran, dafs die Cardinalgegenden vorzugsweise aufgezeichnet worden sind, wie denn Herr Professor Wenckebach bewiesen hat, dafs solche Ungenauigkeiten wirklich bei den Windbeobachtungen stattgefunden haben [1]).

2) Je genauer die Windrichtung aufgezeichnet wird, desto weniger Sprünge kommen vor, was auch wohl *a priori* einleuchten wird. Während der Jahre 1760 — 1769 sind die Richtungen des Windes in $\frac{1}{32}$ Umgängen angegeben, und diese Jahre enthalten auch weniger Sprünge als die vorhergehenden Perioden, wiewohl ich jede Windesänderung für einen halben Umgang genommen habe, die es noch nicht war, wenn sie sich nur in den Gränzen $(1 \pm \frac{1}{8})\pi$ vorfand. Es müfsten anders wo noch

36 Sprünge von $(1+\frac{1}{8})\pi$, 25 von $(1+\frac{1}{16})\pi$
50 Sprünge von $(1-\frac{1}{8})\pi$, 25 von $(1-\frac{1}{16})\pi$

abgezogen werden, und es würden nur 50 übrig bleiben, was, wie man sieht, mein Resultat für die positive Windesänderung noch ein wenig günstiger machen würde.

3) Die Wirkung der Rotation der Erde auf die Windesänderungen ist, wie die Tafeln zeigen, sehr merkbar.

1) Ausführlich dargethan wird man diefs finden in der viel umfassenden Abhandlung des Herrn Professor Wenckebach: *Sur la direction et l'intensité moyennes du vent en Neerlande et leur variations tant régulières qu'irrégulieres*, in den Denkschriften des *Nederl. Kong. Institut* 1. *Klasse.*

Digitized by Google

In der folgenden Tafel habe ich alle Drehungen zusammengestellt.

Tafel VI.

Uebersichtstafel für die Windesänderungen.

	S. SW.	SW. W.	W. NW.	NW. N.	N. NO.	NO. O.	O. SO.	SO. S.	Dreh.	Sprüng.
Im Winter.										
1730 — 1737	2	0	0	— 4	— 4	— 1	0	2	— 5	35
1737 — 1743	27	28	29	30	24	23	22	23	206	25
1749 — 1758	33	32	27	28	24	26	33	32	235	40
1760 — 1769	17	14	13	8	9	7	11	18	97	43
Summe	79	74	69	62	53	55	66	75	533	103
Im Frühling.										
1730 — 1737	12	11	9	11	12	13	13	12	93	41
1737 — 1743	3	3	8	5	9	10	4	5	47	28
1749 — 1758	13	13	19	15	17	18	14	17	126	60
1760 — 1769	16	17	12	9	15	19	23	24	135	67
Summe	44	44	48	40	53	60	54	58	401	196
Im Sommer.										
1730 — 1737	11	10	8	8	8	8	11	9	73	33
1737 — 1743	18	18	11	13	9	9	16	15	109	26
1749 — 1758	15	16	21	22	19	16	12	10	131	51
1760 — 1769	15	15	18	21	23	20	17	17	146	46
Summe	59	59	58	64	59	53	56	51	459	156
Im Herbste.										
1730 — 1737	8	8	15	18	17	17	10	9	102	27
1737 — 1743	14	12	18	17	19	19	14	15	128	22
1749 — 1758	19	22	21	21	15	11	7	8	122	36
1760 — 1769	14	23	17	18	19	13	16	13	133	30
Summe	43	65	71	74	70	60	47	45	485	115
Tafel V.	73	63	55	50	54	51	58	65	469	$80+x$
Tot. Summe	322	318	312	300	299	292	295	309	2347	$650+x$

Die Fehler sind dadurch veranlafst, dafs ich anfänglich das Jahr 1769 zu der Gruppe 1760 — 1768 gezählt, nachher aber zu der Tafel V genommen und dabei vergessen hatte, es von seiner ersten Stelle fortzunehmen, wodurch es zwei Mal aufgezeichnet ward.

Wir haben also in 39 Jahren 2347 positive Drehungen mehr als negative, was auf das Jahr $60\frac{1}{6}$ macht, nebst

Digitized by Google

$\frac{650+x}{39}$ Sprüngen; x bezeichnet die unbekannte Zahl von Sprüngen im Jahre 1729, für welches ich sie nicht aufgezeichnet habe. Setzen wir für x einen Näherungswerth von 19, was etwas zu viel ist, so erhalten wir für jedes Jahr $17\frac{1}{6}$ Sprünge, also noch nicht eine Unsicherheit von $4\times17\frac{1}{6}$ Drehungen. Die positiven Drehungen übertreffen also jährlich die negativen um $60\pm58\frac{2}{3}$. Auch die äufserste Gränze ist somit positiv. Man kann aber offenbar die Gränzen viel enger ziehen; so wird z. B., wenn man annimmt, dafs durchschnittlich $\frac{2}{5}$ bis $\frac{4}{5}$ der Sprünge positiv sind, $\frac{3}{5}$ also die Mittelzahl der positiven Sprünge ist, was freilich keine allzu günstige Annahme ist, das Uebergewicht der positiven Drehungen über die negativen $=66,8\pm13,6$. Die kleinste Drehung in einem Jahre erfolgte im Jahre $1733=+3$, die gröfste im Jahre $1752=+128$.

4) Die Zahl der positiven Drehungen ist in den verschiedenen Jahreszeiten nahe gleich, im Winter vielleicht etwas gröfser als in den übrigen Jahreszeiten. Man vergleiche indefs das Resultat von 1730—1737 mit dem allgemeinen, um das Gewicht einer solchen Bestimmung zu würdigen.

5) Was die Geschwindigkeit der Drehung betrifft, so ist sie, da der Wind durch alle Himmelsgegenden gleich viel Drehungen machen mufs, der Häufigkeit, mit welcher der Wind aus jeder Himmelsgegend weht, offenbar umgekehrt proportional, und der Winkel, um welchen der Wind, wenn er sich aus einem Himmelsstriche im Mittel drehen wird, findet sich, wenn man die Zahl der Drehungen mit 45 multiplicirt, und durch die Zahl der Male, dafs solcher Wind geweht hat, dividirt. Jede Drehung hat nämlich, meiner Definition zu Folge, einen Werth von 45°. Durch jede Spalte dreht sich aber der Wind $\frac{66.8}{8}$ Mal in einem Jahre, durchläuft also in den n Malen, dafs er geweht hat, zusammen $\frac{60\times45}{8n}$ oder $\frac{337,5}{n}$ Grade.

Digitized by Google

Wenn ich in den Spalten meiner Tafeln nicht die Unterschiede der positiven und negativen Summen nehme, sondern deren Summe, und dabei alles für jede Spalte zusammen ziehe, so finde ich, wie viele Male der Wind sich in jeder Spalte aufgehalten hat. Die gesammte Summe wird also $=n$ seyn; diefs giebt in den verschiedenen Spalten der drei ersten und der fünften Tafel die folgenden Werthe für n und $\frac{337°,5}{n}$.

Tafel VII.

Werthe von $29\,n$ und $\frac{337,5}{n}$.

Zwischen den Himmelsgegenden.

	S.—SW.	SW.—W.	W.—NO.	NW.—N.	N.—NO.	NO.—O.	O.—SO.	SO.—S.	
$29\,n$	2417	3166	2751	2116	1645	1690	1504	1514	nach meiner Methode.
$\frac{337,5}{n}$	4°,1	3°,1	3°,6	4°,55	6°	5°,85	6°,5	6 ,2	
$\frac{337,5}{n}$	1°,9	1°,6	2°	2°,95	3°,3	2°,5	2°,8	2°,85	nach VIII.

In der letzten Reihe dieser Tafel habe ich die Drehungswerthe der Winde nach einer andern Methode angegeben. Herr Prof. Wenckebach hat mir nämlich den Gebrauch seiner Rechnungen aus der genannten, noch ungedruckten Abhandlung gütigst gestattet; er hat daselbst p. 23 die Zahl der in Zwanenburg beobachteten Winde, jährlich 1085, auf 1000 reducirt und nachgewiesen, wie viel deren auf jede Richtung kommen. Von dieser Tafel, die von 1743 bis 1839 reicht, habe ich in die achte Tafel die 27 ersten Jahre aufgenommen, weil sie in dieselbe Zeit gehören, wie die von mir untersuchten Jahre. Man wird wohl sehr nahe aus 27 Jahren die verhältnifsmäfsige Zahl finden können, kann aber zugleich aus der Tafel ersehen, wie grofs auch hier die Unregelmäfsigkeiten sind, so dafs man sich nicht wundern darf, dafs die Drehungswerthe, nach diesen beiden Methoden berechnet, nicht übereinstimmen. Die

Digitized by Google

nach Herrn Prof. Wenckebach's Angaben berechneten Werthe sind ungefähr um die Hälfte kleiner als die meinigen, aber auch viel zuverlässiger. Das Verhältnifs zwischen den Zahlen beider Reihen stimmt aber ziemlich mit einander und weicht von den von Eisenlohr gegebenen Zahlen ganz ab [1]). Die letztern habe ich also fortgelassen, auch weil die Methoden, nach welcher die Berechnung angestellt wurde, mir falsch erscheint.

Tafel VIII.

Häufigkeit der Winde.

	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	Windstill.
1743	129	175,5	247	147	76	96	106,5	99	19
1744	127,5	169	276	142,5	65,5	106,5	110	81	20
1745	125,5	168,5	235	107	44,5	120	157,5	135	2
1746	131	210	210	149	43	112,5	148,5	88	3
1747	100	174,5	214	217	63	141,5	167	115	2
1748	90	162,5	234,5	125,5	70,5	160	170	83	2
1749	104,5	185	194,5	131,5	70,5	125	176	104	4
1750	134,5	181	247,5	143	56,5	94,5	147	90	1
1751	99	222,5	201	111,5	78,5	120	143,5	108	11
1752	128,5	187,5	247	148	92,5	120	96,5	75	2
1753	92,5	233,5	187,5	174,5	55,5	119	125,5	107	
1754	92,5	219,5	234	165	54	108	129,5	92,5	
1755	106,5	194,5	271	121	66	87,5	177	71,5	
1756	123,5	183,5	242	123	50	95	207	74,5	
1757	71,5	242,5	210,5	151,5	60	115	160	83	1
1758	115	179	187,5	109	61,5	88,5	233,5	109	12
1759	151	174	246	95	50,5	84,5	185	86	23
1760	116,5	251	250	150	61	113,5	109	39	8
1761	170,5	258,5	169,5	109,5	75	68,5	155	87,5	1
1762	157	199	169	138	85,5	134	154	61,5	
1763	185,5	232,5	173	123	92	138	82,5	67,5	1
1764	177	189	194,5	191	89,5	123	82	57,5	1
1765	179	154	196,5	178	86,5	144,5	82	74,5	
1766	182	163	189,5	150	90,5	152,5	109,5	58	
1767	166	194	232	139,5	106,5	109	83,5	64	
1768	187,5	177	194,5	109	89,5	125	123,5	97	
1769	157	188	204	149,5	101	121,5	84	61	26
	3600,5	5268,5	4857,5	3698,5	1935	3123	3705	2267	139
	5268,5	4857,5	3698,5	1935	3123	3705	2267	3605	
Mittel	4434,5	5063	4278	2816,7	2529	3414	2986	2933,7	

1) Dove's Repertorium der Physik, Bd. IV, S. 186.

Die vorletzte horizontale Reihe giebt die Summe oder die Anzahl der Male, dafs jeder Wind beobachtet worden ist. Meine Methode giebt an, wie oft der Wind zwischen zwei einander folgenden Richtungen hin- und hergegangen ist, nicht aber wie lange er in jeder Richtung verweilt hat, und deshalb sind meine Zahlen viel kleiner, meine Drehungswerthe nahe zwei Mal gröfser, da ich viel weniger Winde aufgezeichnet habe als beobachtet worden sind. Ich hatte nur auf die Aenderungen zu merken. Das Verhältnifs aber wird, wie ich glaube, eben so gut und selbst besser nach meiner ersten Methode gegeben, als nach der, welche ich auf die, in der Tafel VIII enthaltenen unmittelbaren Beobachtungen begründet habe, die absolute Gröfse besser nach der zweiten. Zu der Summe der S.-Winde habe ich die SW.-Winde addirt, zu der der SW.-Winde die W.-Winde u. s. w., und durch 2 dividirt; dadurch erhielt ich die untersten Zahlen der Tafel VIII, welche nun auch angeben, wie vielmal der Wind zwischen S. und SW., zwischen SW. und W. u. s. w. geweht hat, wie diefs in den drei ersten und der fünften Tafel stattgefunden.

Wenn ich nun die letzten Zahlen 4434,5, 5063, u. s. w. mit 27 dividire, dann aber mit $\frac{1085}{1000}$ multiplicire, so erhalte ich die n, und mit dieser Gröfse habe ich $337^{\circ},5$ zu dividiren, um meine Drehungswerthe zu erlangen.

Noch mufs ich bemerken, dafs die Summen in den Spalten der Tafeln I — III und V nicht derselben Verification unterworfen worden sind, wie die Unterschiede, wodurch jene viel ungenauer seyn können als diese; wenn nämlich der Wind W. war, und sich bei der folgenden Beobachtung WNW. aufgezeichnet fand, machte ich bisweilen dafür einen Strich, bisweilen aber nicht, und ich weifs nicht mehr, ob letzteres eben so oft geschehen als ersteres; auch wenn der Wind unaufhörlich zwischen zwei Richtungen hin und her schwankte, werde ich wohl einige Male unterlassen haben die horizontalen und verticalen Striche zu ziehen, die zur Andeutung einer solchen Schwankung nöthig sind. Für

Digitized

die Jahre 1760—1769 fand ich den Wind in 32 Richtungen angegeben; hier war aber gar nicht mehr Ordnung zu halten, und darum habe ich für diese Jahre nur die Unterschiede beachtet. Jedenfalls wird das Verhältnifs meiner Summen-Zahlen nicht viel dadurch geändert worden seyn, aber sie sind sämmtlich ein wenig kleiner als sie wirklich seyn sollten. Ich habe die gegebenen Zahlen keiner weiteren Berechnung unterworfen, sondern mich nur befleifsigt, sie möglichst vollständig zu geben, so dafs Jeder die Data, welche er braucht, daraus entlehnen kann. Wünschenswerth wäre es, dafs ähnliche Bestimmungen, wie ich hier für Holland gegeben habe, auch für andere Länder unternommen würden [1]).

X. *Ungewöhnliche Farbenvertheilung im Regenbogen.*

Am 21. Juli 1845 Abends 7 Uhr beobachtete Hr. Zantedeschi zu Venedig zwei Regenbogen, den primären mit seinem secundären, von einer Schönheit, wie sie seit Menschengedenken nicht in jener Stadt gesehen wurde. Das Ungewöhnlichste dabei war indefs die Farbenvertheilung in dem Hauptbogen. Auf die grüne Zone folgte unmittelbar eine schöne purpurfarbene, und auf diese wiederum, ebenfalls dicht daran, eine blafsgrüne. Hr. Z. glaubt, die purpurfarbene Zone sey entstanden aus der Ueberdeckung des Roth und des Violett zweier aneinanderstofsender innerer (überzähliger) Bogen. (*Compt. rend. T. XXI. p. 324.*)

1) Im Interesse des geehrten Hrn. Verf. finde ich hier gut zu bemerken, dafs der vorstehende Aufsatz bereits seit länger als einem halben Jahre in meinen Händen war. *P.*

Digitized by Google

XI. *Stalactiten mit Krystallen als Axen;*
von Dr. Gustav Fiedler,

Königl. sächs. Bergcommissär und Ritter m. O.

Die Stalactiten der Grotte auf Antiparos bestehen aus gelblichem, seltner weifsem, excentrisch strahligem Arragonit, während, mit Ausnahme von ein Paar Grotten in Nordamerika, welche denen von Antiparos ganz ähnliche Stalactiten aus strahligem Arragonit enthalten, die aller übrigen bis jetzt bekannten Grotten aus Kalksinter gebildet sind.

Leider ist die interessante Grotte von Antiparos aller Zierden ihres Gewölbes seit mehr als ein Paar hundert Jahren fortwährend beraubt worden; die Stalactiten sind mit Steinen abgeworfen, mit Pistolen abgeschossen, so dafs jetzt auch nicht ein einziger, nur ein Fufs langer, vollständiger Stalactit übrig geblieben ist. Auch ward diese Grotte mit angezündeten Kienstücken und in Pech oder Schiffstheer getauchten Tauen seit Jahrhunderten schmählig verräuchert; es ist daher jetzt sehr schwierig die ursprüngliche Vertheilung der Stalactiten ohne besondere kostspielige Vorkehrungen zu beobachten.

Eine kurze Beschreibung dieser Grotte befindet sich in meiner: Reise durch alle Theile Griechenlands in Auftrag der Regierung, Bd. II, S. 193 u. f. Leipzig bei Fr. Fleischer, 1840 und 1841.

Bei näherer Betrachtung der Ueberreste einiger Stalactiten ergaben sich folgende eigenthümliche Verhältnisse, welche über die Bildungsweise derselben eine von der bisher allgemein angenommenen, ganz verschiedene Ansicht begründen.

An Stellen, wo sich wenig und kleine Stalactiten zeigen, findet man cylinderförmige, nur $\frac{1}{2}$ Zoll dicke, einige Zoll lange Stalactiten, die äufserlich gerundet sind; sie be-

stehen meist aus Kalkspath, und sind nur aufsen mit einer zarten Lage von faserigem Arragonit umgeben.

Die südliche kleine Nebenschlotte ist meist mit traubenförmigen, oder wie Eisenblüthe mannigfaltig gekrümmten, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Bildungen, die einen Kern von Kalkspath haben, überdeckt, zwischen ihnen befinden sich hin und wieder Büschel von neben und über einander krystallisirten, bis zu ein Paar Zoll langen, spitzen Pyramiden aus gelblichem Arragonit, zwischen und auf welchen oft 5 bis 6 Millimeter grofse, gebogene, flache Kalkspathrhomboëder sitzen.

In dieser Nebenschlotte trennte ich eine über ein Paar Zoll vorstehende, und auch so breite, äufserlich traubige, gegen 6 Zoll lange Hervorragung; sie hat einen $1\frac{1}{8}$ Zoll dicken, nach unten stumpf konisch schmäler zulaufenden Kern, von blafsrothem, grofsblättrigem Kalkspath, der mit einigen deutlich von einander getrennten Lagen gelblichweifsen, zartfaserigen Arragonits umgeben ist.

Vom Deckengewölbe der Hauptgrotte, südlich gegen jene Nebenschlotte zu, besitze ich den Ueberrest eines Stalactiten, 4 Zoll im gröfseren Durchmesser und 5 Zoll lang; in seinem Kern zeigt sich als Axe durchgehend Kalkspath mit Einer Rhomboëderfläche, die gegen $\frac{1}{2}$ Zoll im Längendurchschnitt hat. Ihn umgiebt in kreisförmigen, nach aufsen immer stärkeren Lagen gelblicher strahliger Arragonit. Die nach dem Innern der Grotte gerichtet gewesene Seite ist, von jener Axe an gerechnet, nur $\frac{3}{4}$ Zoll stark, besteht aus blafsgelbem, strahligem Arragonit. Die Aufsenseite ist aus dicht neben einander verwachsenen Rhomboëderecken und Kanten gebildet, die so wenig hervorragen, dafs sie in einigen Ellen Entfernung wie gleichförmig gerundet aussieht. Die nach dem Eingang der Grotte zugewendet gewesene Seite hingegen ist $2\frac{1}{4}$ Zoll von der Axe entfernt, die Arragonitlagen sind breiter, dickstrahliger und dunkler gelb wie die der Hinterseite. Die Vorderseite besteht äufserlich ebenfalls aus Rhomboëderecken und Kanten, die jedoch hier stark hervorragen; auf diesen sind aber noch eine Menge,

Digitized by Google

meist ½ Zoll grofse, sattelförmig gebogene, flache Kalkspathrhomboëder krystallisirt, viele nur mit Einer Ecke, die meisten kaum zur Hälfte mit der Aufsenfläche verwachsen.

Wie sich nun Eisenblüthe mit ihren wunderbaren Krümmungen in Eisensteingruben, in Höhlungen und selbst an lange Zeit verlassenen Punkten (Oertern u. a.) durch Sintern, Verdunsten, Dämpfe und terrestrisch-galvanische Wirkung in leeren, nicht unter Wasser stehenden Räumen auswärts bildet und krystallinische Structur hat, so könnte man auch annehmen, dafs sich jene Stalactiten, welche vom Innersten an starke Krystallisationskraft zeigen, zuletzt äufserlich auf jene Weise mit Krystallen bedeckten. Es bestehen ferner viele Stalactiten anderer Grotten innen aus grofsblättrigem Kalkspath, wie durch eine, bis zur vollkommenen Ausbildung fortgeschrittene Krystallisation, und sind oft am Ende mit einer Rhomboëderspitze versehen. Aber die nachfolgenden Beobachtungen deuten auf eine andere Bildungsweise hin.

Zuvor ist jedoch noch ein merkwürdiger Umstand zu bemerken, nämlich: nach den Versuchen des Prof. Gustav Rose zu Berlin bedarf Arragonit eine viel höhere Temperatur zu seiner Bildung als Kalkspath (in diesen Annalen, Bd. 42, S. 353). Bildungen, welche noch täglich in der Natur stattfinden. So in höheren Temperaturen die sintrischen kalkigen Absätze heifser Quellen, welche alle faseriger Arragonit sind, z. B. auf der Insel Thermia bei 44° ½ R. Zu Karlsbad im Sprudel bei 59° R. Auf Euboea zu Aedepsos in den Bädern des Herakles an der sogenannten grofsen Quelle bei 60° ½ R., an der ersten Quelle, dem dortigen Sprudel bei 67° R. (schöner als die Karlsbader Sprudelsteine) u. a. m. Während bei einer niederen Temperatur von nur 12° R. in den entferntesten Theilen der Adelsberger Grotte, in dem sich dort sammelnden Tropfwasser, schöne, vollkommen ausgebildete Kalkspathrhomboëder, 2 bis 4 Millimeter grofs, in gröfseren und kleineren Gruppen noch fortwährend sich bilden.

Es bestehen aber die Kerne vieler Stalactiten der Grotte

von Antiparos aus Kalkspath, und sind, wie früher schon erwähnt, mit stärkeren Arragonitlagen umgeben.

Aufser den bisher beschriebenen finden sich im südlichsten Theil der Grotte an der Decke des Hauptgewölbes Stalactiten, welche ganz aus Arragonit bestehen; ihr Mittelpunkt ist dicht, radial von ihm gehen ziemlich dicke Strahlen aus, welche sich aufsen als freie, oft ¼ Zoll lange Pyramidenspitzen endigen, und diesen Stalactiten daher ein sehr stachliches Aeufseres geben. Einen derselben trennte ich längs seiner Axe, und fand darin eine ausgebildete, äufserst spitze, sehr lange Pyramide mit mefsbaren Kantenwinkeln, welche die Axe des Stalactiten bildet, siehe Taf. III, Fig. 8 und 9, das daran passende Stück mit dem Abdruck des Krystalls. Unter den mitgebrachten Stücken fand ich nun mehrere ähnliche, von denen ich die ausgezeichnetsten hier in natürlicher Gröfse darstelle. Fig. 10 und 11, wo die als Axe dienende spitze Pyramide zur Hälfte an der Aufsenseite des Stalactiten liegt, an ihr hat sich radial und rechtwinklich, wie bei allen diesen Stalactiten, aber nur an der anderen Seite faseriger Arragonit angesetzt; dieser Krystall, der als Axe diente, zeigt an seiner äufseren Seite längs herab ausgewitterte Streifen. Bei Fig. 12 steht der Axenkrystall regelmäfsig in der Mitte; so sind die meisten gebildet.

Dergleichen mefsbare, lange Krystalle können sich aber nicht, wie die Entstehung der Stalactiten allgemein erklärt wird, durch Tropfen, Herabfliefsen, Verdampfen sintrischen Wassers im freien, nur mit Luft erfüllten Raume bilden, sondern derselbe mufste in dem vorliegenden Falle mit Flüssigkeit erfüllt seyn, aus welcher sich an der Decke der Grotte, wie in einem Krystallisationsgefäfse, jene langen Krystalle, um diese der faserige Arragonit und bei einigen zuletzt die auf der Aufsenfläche fast frei aufsitzenden Rhomboëder ansetzten. Als nun die Gebirge gehoben wurden, entleerte sich die Grotte durch die in jedem Gebirg befindlichen Spalten und Risse; diese Stalactiten waren also schon vorhanden; dann traten in jener Zeit, wo die ver-

Digitized by Google

härtete Erdrinde noch stärkeren Einwirkungen vom Inneren der Erde ausgesetzt war, wie jetzt, Nachbildungen ein, es entstanden Stalactiten und die an den Seitenwänden herabgeflossenen Sinter, die zwar heute noch entstehen, aber in bei weitem schwächeren Maaſse, als wir sie gebildet finden.

Dresden, im Januar 1846.

XII. *Ueber das Vermögen neutraler Metallsalzlösungen von einem andern weniger oxydirbaren (mehr negativen) Metall eine geringe Menge aufzulösen; von N. W. Fischer.*

(Vorgelesen in der schles. Gesellsch. für vaterl. Kultur am 18. März 1846.)

Bei meiner Untersuchung über die Reduction der Metalle aus ihren Auflösungen durch andere leichter oxydirbare, mehr positive Metalle, habe ich auf die eigenthümliche Erscheinung aufmerksam gemacht, daſs die Auflösung von essigsaurem und salpetersaurem Zinkoxyd etwas von metallischem Blei, und die von salpetersaurem Kupferoxyd eine geringe Menge von Silber auflöst, wenn diese Metalle in fein zertheiltem Zustande mit der Auflösung in Berührung stehen. (S. diese Annal. Bd. IV, S. 296.) Wenn daher dasselbe Metall, welches die Salzauflösung enthält, mit einer Spitze in die Flüssigkeit eintaucht, so reducirt es das aufgelöste negative Metall, also das Zink in der Zinkauflösung, das Blei und das Kupfer in der Kupferlösung des Silbers. Die Flüssigkeit löst dann von neuem eine geringe Menge von dem negativen Metall auf, welches wieder von dem positiven Metall reducirt wird und so fort. Wenn daher die an den Zink sich anlegenden Bleidendriten und die am Kupfer gebildeten Silberdendriten durch ihre Schwere oder

die Bewegung der Flüssigkeit abfallen, so stellen sich nach kurzer Zeit wieder neue Dendriten dar. Dieses abwechselnde Auflösen und Reduciren hört nur dann auf, wenn entweder die Spitze des reducirenden Metalls ganz aufgelöst oder mit dem gebildeten basischen Salz so fest überzogen ist, dafs das reducirende Metall nicht mehr in unmittelbarer Berührung mit der Flüssigkeit steht, oder wenn die Auflösung selbst so übersättigt mit dem gebildeten Oxyd des positiven Metalls ist, dafs sie nichts mehr von dem negativen aufzulösen vermag. Ein Erfolg, der nach mehreren Monaten, ja unter günstigen Umständen selbst nach Jahr und Tag noch nicht stattfindet [1]).

Als Grund dieser Erscheinung hatte ich die Neigung der neutralen Metallsalze in basische überzugehen angegeben, eine Erklärung, welche durch neuere Versuche bestätigt worden ist. Nach diesen nämlich findet diese Erscheinung des Auflösens der Metalle in Metallsalzauflösungen ziemlich allgemein statt, und ist nach der verschiedenen Natur der Metalle, besonders aber der der Metallsalze, die erforderliche Zeit verschieden, in welcher die bewirkte Auflösung des Metalls wahrzunehmen ist, was wieder vorzüglich von der Schwierigkeit oder Leichtigkeit abhängt, mit welcher das angewandte Metallsalz in ein basisches übergeht. So kann z. B. schon nach vierundzwanzig Stunden

1) Ein im September v. J. bei der Anwesenheit des Hrn. Prof. Dove aus Berlin in nachstehender Art angestellter Versuch zeigt noch jetzt, Ende April, dieses alternirende Auflösen und Reduciren. In eine Reagensröhre, auf deren Boden fein zertheiltes Silber war, wie es am besten aus dem salpetersauren Silberoxyd durch Eisenvitriollösung erhalten wird, wurde die Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd gegossen, welche, um sie vollkommen neutral zu erhalten, so lange mit metallischem Kupfer gekocht worden war, bis sich basisches Salz abzuscheiden anfing, und vermittelst eines Pfropfens ein Kupferdraht durch die obere Oeffnung der Röhre so gehalten, dafs die Spitze desselben in der Flüssigkeit stand. Nach 24 Stunden konnten schon feine Silberdendriten wahrgenommen werden, welche sich an diese Spitze angelegt hatten. Wenn diese nach einiger Zeit abfielen, so legten sich neue an die Kupferspitze an, und dieses ist noch, wie angegeben, nach 7 Monaten der Fall.

Digitized by Google

die Reduction des aufgelösten Silbers an der Spitze des Kupferdrahts wahrgenommen werden. Bei Anwendung von salpetersaurem Kupferoxyd, was bei Anwendung des schwefelsauren Kupferoxyds kaum nach vier Tagen der Fall ist.

Was diese Reduction selbst betrifft, so ist sie eine nothwendige Folge der vorhergegangenen Auflösung, sobald ein reducirendes Metall in dasselbe gestellt wird. Eben so natürlich ist es, dafs die Flüssigkeit, sobald das aufgelöste Metall daraus durch Reduction abgeschieden worden ist, von neuem etwas davon auflösen wird und so fort, wobei immer mehr und mehr basisches Salz aus dem angewandten neutralen gebildet wird. Je mehr dieses letztere der Fall ist, desto länger hat auch die alternirende Wirkung des Reducirens und Auflösens stattgefunden. Diefs zeigt sich besonders beim salpetersauren Kupferoxyd, indem aus der Auflösung, in welcher eine Zeit lang diese Wechselwirkung stattgefunden hat, mit dem niederfallenden Silber zugleich basisches Kupfersalz niederfällt. Es versteht sich übrigens von selbst, dafs die Reduction auch von einem anderen Metall, als dem in dem Salz enthaltenen, bewirkt werden kann, sobald es nur reducirend auf das aufzulösende einzuwirken vermag, ohne zugleich das Metallsalz selbst wieder herzustellen. So z. B. kann das in dem Zinksalz sich auflösende Silber, so wie durch Zink, auch durch Eisen reducirt werden.

Hieraus geht folgendes Resultat hervor: Wenn eine Flüssigkeit von einem bestimmten Körper eine, wenn auch noch so geringe Menge aufzulösen vermag, ihr aber durch ein geeignetes Mittel dieses Minimum des Aufgelösten entzogen wird, so löst sie dann ein zweites Minimum auf, und, wenn dieses abgeschieden, ein drittes auf u. s. f., so dafs dieselbe Menge Flüssigkeit eine bedeutende Menge von dem so sehr schwer löslichen Körper aufzulösen im Stande ist. In dem vorliegenden Falle findet dieses Wiederauflösen in so fern eine Gränze, als die Flüssigkeit an der Stelle des abgeschiedenen — reducirten Metalls — jedesmal den abscheidenden Körper — das reducirende Metall — auflöst,

Digitized by Google

wo aber dieses nicht stattfindet, kann dieses Wiederauflösen in's Unbegränzte gehen [1]).

Breslau, den 21. April 1846.

XIII. *Trockenheit der Luft in Abyssinien.*

Die Leser werden sich erinnern, welch grofse Trockenheit der Luft Hr. v. Humboldt in den Ebenen Sibiriens zu beobachten Gelegenheit hatte (Annal. Bd. 23, S. 102). Aehnliche Beispiele hat kürzlich Hr. d'Abbadie in Abyssinien erlebt. Er beobachtete das Psychrometer unter andern zu Abbay, dicht am blauen Nil (9. April 1844), zu Tacazé (7. Oct.) und zu Quarata, eine halbe Meile vom See Tsana (1. März 1845), und fand:

Therm.	Abbay.	Tacazé.	Quarata.
trockn.	37°,1 C.	32°,0 C.	26°,2 C.
feucht.	19 ,9	21 ,2	15 ,7

Er ist (mit Hrn. Arago) überzeugt, dafs die verderblichen Eigenschaften des Samum (Simoun) nur aus dessen grofser Trockenheit entspringen.

Am 22. Sept. 1841 machte er zu Adi-Habib, bei Harqiqo, am Ufer des rothen Meeres, folgende Beobachtungen während eines Samums, der merkwürdigerweise vom Meere herzukommen *schien:*

Temperatur der Luft im Schatten	42°,7 C.
feucht. Therm. dito dito	20 ,6 -
Kameelmilch in einem dem Winde ausgesetzten Schlauch	24 ,3 -
Temp. des Bodens (Sand) im Sonnenschein, in 4 Millim. Tiefe	60 ,1 -
Therm. im Sonnenschein, bedeckt mit einem schwarzen Stoff	46 ,4 -
dito dito, bedeckt mit einem weifsen Stoffe	44 ,5 -

(*Compt. rend. T. XXI, p.* 962.)

1) Wenn dem Humus aller Antheil an der Ernährung der Pflanzen abgesprochen wird, so kann die Schwerlöslichkeit desselben, wenn sie auch noch so grofs ist, kein hinreichender Grund dafür seyn.

XIV. *Die Temperaturverhältnisse von Elbing in Preufsen.*

In dem 1843 erschienenen Programm der höheren Bürgerschule von Elbing findet sich eine Abhandlung von mir, welche zunächst die Bewohner der Stadt, der ich damals als Lehrer diente, in die klimatischen Verhältnisse der Gegend einführen sollte. Meine jetzige Absicht ist, die dort geförderten Resultate in geeigneter Kürze dem wissenschaftlichen Publikum zu übergeben.

Vom Anfange des Jahres 1829 bis Ende 1842 hatte Hr. Dr. Schaper täglich drei Mal — des Morgens um 6, so wie Nachmittags um 2 und 9 Uhr — an einem und demselbigen Réaumur'schen Thermometer, das vom älteren Greiner in Berlin gefertigt, später von Greiner junior nach seiner Controle für fehlerfrei erklärt, endlich noch von mir einer genaueren Untersuchung unterworfen wurde, die Temperatur bis auf Zehntheile eines Grades abgelesen und aufgezeichnet. Das Instrument war 10 Fufs über dem Strafsenpflaster, 19 Fufs über dem Spiegel des frischen Haffes, freilich nach Nordwest hin, aufgehängt, woher die Abendbeobachtungen in den Sommermonaten an einem anderen, ebenfalls von mir controlirten, Thermometer gemacht wurden.

Ueber die *Art der Bearbeitung* bemerke ich, dafs ich den durch den fruchtreichsten Meteorologen Kämtz gebahnten Weg betreten habe, d. h. dafs ich zuerst die arithmetischen Mittel der Temperaturen von 5 zu 5 Tagen genommen, diese auf Jahreszwölftel gebracht, und mit Hülfe der ausgedehnten Tabellen für Göttingen, Halle und Padua (denn die von Leith bei Edinburg sind zu *diesem* Zwecke weniger brauchbar) die wahren mittleren Temperaturen der einzelnen Monate (Jahreszwölftel) bestimmt habe. Endlich wurden die Angaben der achtzigtheiligen Skale auf die der *hunderttheiligen Skale* zurückgeführt, und diese Gröfsen zusammengestellt in die:

Digitized by Google

Tafel I.

Monatstemperaturen von Elbing in den Jahren 1829 bis 1842.

Monate.	1829.	1830.	1831.	1832.	1833.	1834.	1835.	1836.	1837.	1838.	1839.	1840.	1841.	1842.	Schwankung.
Jan.	− 6,16	− 6,71	− 4,28	− 1,61	− 2,35	− 0,33	+ **0,99**	− 1,38	− 1,89	−10,66	− 2,03	− 1,81	− 2,49	− 4,60	11,65
Febr.	− 4,68	− 4,41	+ 0,41	− 0,46	+ 2,21	+ 0,64	+ **2,63**	+ 1,23	− 1,80	− 5,13	− 1,14	− 0,98	− 7,25	− 0,34	9,88
März	0,25	2,44	1,78	2,05	2,16	2,00	3,18	**6,89**	0,15	− 0,69	− 1,85	− 0,66	2,66	2,75	8,74
April	6,89	8,56	**11,99**	6,98	5,51	6,40	6,20	8,53	7,24	5,23	3,30	6,45	8,38	4,84	8,49
Mai	13,31	12,55	13,68	10,43	14,55	14,85	12,05	9,56	11,51	12,14	14,24	10,56	**14,96**	13,09	5,40
Juni	**18,10**	17,70	17,33	15,29	16,56	16,93	17,36	16,21	14,40	15,29	16,65	15,26	16,91	14,99	3,70
Juli	20,40	18,51	19,56	15,74	17,20	**21,61**	18,31	15,30	16,03	16,70	18,76	16,95	17,13	16,04	6,31
August	18,80	18,28	18,04	18,16	13,64	**21,44**	15,20	14,99	17,30	14,99	16,91	15,58	16,73	18,89	7,80
Sept.	**16,13**	14,45	13,34	12,33	14,55	14,86	14,53	13,08	12,96	15,29	15,45	13,46	13,91	14,45	3,80
Octob.	7,67	9,00	**11,95**	9,45	8,30	8,50	8,28	11,10	8,68	6,73	9,69	6,51	9,94	5,93	6,02
Nov.	0,34	**5,91**	3,59	2,44	2,96	3,65	0,04	0,66	4,38	2,03	2,45	3,99	4,15	0,34	5,87
Dec.	− 8,38	+ 1,86	+ 0,91	− 0,75	+ 2,54	+ 2,05	− 2,30	+ 0,75	− 1,86	± 0,00	− 4,66	− 5,08	+ 2,85	+ **3,19**	11,57
Winter	− 4,98	− 6,50	− 0,67	− 0,39	− 0,30	+ 0,95	+ **1,89**	− 0,82	− 0,98	− 5,88	− 1,06	− 2,48	− 4,94	− 0,70	8,39
Frühlg.	6,82	7,85	**9,15**	6,49	7,41	7,75	7,14	8,33	6,20	6,02	5,30	5,45	8,67	6,89	3,85
Somm.	19,10	18,17	18,31	16,40	15,80	**19,99**	16,96	15,50	15,91	15,66	17,44	15,93	16,92	16,64	4,49
Herbst.	8,05	**9,79**	9,63	8,07	8,60	9,00	7,62	8,28	8,67	8,02	9,20	7,99	9,33	6,91	2,88
Jahr	6,89	8,18	9,03	7,50	8,15	**9,38**	8,04	8,08	7,24	6,11	7,34	6,69	8,16	7,46	3,27

Digitized by Google

Um die *Schwankungen* der Temperaturen entsprechender Monate hervorzuheben, ist für die Januare, Februare u. s. f. die höchste und niedrigste Temperatur durch den Druck von den übrigen unterschieden, und in der letzten Spalte ihr Unterschied angegeben. Die Zahlen dieser Spalte zeigen, dafs die Schwankung das Hauptmaximum im Januar, ein Nebenmaximum im August habe, und dafs selbst die einzelnen Jahrestemperaturen um 3°,27 C., also bedeutender als an den meisten anderen Orten Europa's, von einander abweichen. Auch zeigt die obige Tafel, dafs die Meinung, auf einen besonders kalten Winter folge ein besonders warmer oder kalter Sommer, *unbegründet* sey. Das einzige charakterlose, oder wenn man will normale Jahr, das weder einen kältesten noch einen wärmsten Monat hat, ist das Jahr 1840.

Die Temperatur des *Durchschnittsjahres* habe ich — nach Kämtz — so bestimmt, dafs ich die arithmetischen Mittel der Temperaturen für die Januare, Februare u. s. f. zog, und diesen Resultaten die Function unterlegte:

$$1)\quad T_n = T + u \sin(n.30 + v) + u'(n.60 + v'),$$

in welcher
- T_n die Temperatur des $n$ten Monats
- T die Mitteltemperatur
- u, v, u', v' constante Gröfsen bedeuten.

Die Rechnung giebt:

$$2)\quad T_n = 7,730 + 10,511 \sin(n.30 + 235^\circ 49') + 0,189 \sin(n.60 + 236^\circ 32')$$

ferner, dafs das

3)

Minimum	$= -\ 2,935$	auf den	21. Januar
Frühlingsmittel	$= +\ 7,730$	- -	21. April
Maximum	$= +18,071$	- -	25. Juli
Herbstmittel	$= +\ 7,730$	- -	21. October

falle, also die gröfste Schwankung $= 21^\circ,006$ sey.

Mit welcher Annäherung die Reihe der Mitteltemperaturen für die einzelnen Monate durch diefs mathematische Gesetz dargestellt werde, zeigt die

Digitized by Google

Tafel II.

Beobachtete und berechnete Durchschnittstemperaturen.

Monate.	Beobachtet.	Berechnet.	Unterschied.	*a.*	*b.*
Januar	— 3,24	— 2,93	—0,31	— 3,62	— 4,00
Februar	— 1,36	— 1,75	+0,39	— 2,21	— 2,70
März	1,73	1,98	—0,25	1,84	1,40
April	6,91	7,13	—0,22	7,33	7,06
Mai	12,68	12,33	+0,35	12,80	12,79
Juni	16,36	16,26	+0,10	16,94	17,13
Juli	17,74	18,05	—0,31	18,76	19,09
August	17,06	17,19	—0,13	17,73	18,14
September	14,20	13,80	+0,40	14,00	14,41
October	8,70	8,68	+0,02	8,46	8,78
November	2,64	3,16	—0,52	2,60	2,70
December	— 0,64	— 1,13	+0,49	— 1,86	— 2,01
Jahr	7,73	7,73	±0	7,73	7,73

Der wahrscheinliche Fehler ist $\varepsilon''(T_n)=0°,219$. Die Zahlen der beiden letzten Spalten werden erläutert durch die

Schlufsbemerkung.

Unsere Aufgabe ist die, statt der vierzehn verschiedenen Jahreswellen eine *Normalwelle* zu finden, um welche die wechselnde Erscheinung wie um ihren Schwerpunkt pendelartig hin und her schwankt. Folgen z. B. drei durchschnittlich gleich warme Jahre mit gleich grofsen Maximis und Minimis, welche indefs im ersten meteorologischen Jahre auf die Mitte des December und Juni, im zweiten auf die Mitte von Januar und Juli, im dritten auf die Mitte von Februar und August fallen, Jahre, die bis auf diese Verschiebung der Extreme gleichartige Temperaturcurven besitzen; so scheint mir das zweite Jahr dasjenige zu seyn, welches als Normaljahr genommen werden müsse. Nach der im Allgemeinen angenommenen Methode von Kämtz aber wird als Temperatur z. B. des Juli das arithmetische Mittel der Temperaturen der drei Julimonate genommen. Der Erfolg ist der, dafs die so gewonnene Temperaturcurve *flacher und weniger charakteristisch* ist, als es seyn sollte. Besser scheint mir dagegen folgender Gedanke. Man

Digitized by Google

suche für jedes einzelne Jahr den kältesten und wärmsten Tag und ihre Temperatur, d. h. die wahren Zeiten und Gröfsen der *Wellenberge* und *Wellenthäler;* zur Construction des Normaljahrs nun bestimme man die arithmetischen Mittel dieser Zeiten und Gröfsen für die Maxima und Minima, und führe, der zwischen liegenden Beobachtungen gemäfs, durch diese Punkte die Wellenlinie. Ein diesem Gedanken sich freilich nur annähernder Weg ist dieser:

Blicken wir auf die erste Tafel, und zwar auf die Monatstemperaturen des meteorologischen Jahres 1838 zurück, so finden wir die Temperatur des Decembers = — 1,86, des Januars = — 10,66, des Februars = — 5,13, als kältesten Monat also den Januar. Wäre der December eben so kalt als der Februar, so wäre es natürlich anzunehmen, dafs das Minimum der Wärme auf die *Mitte* des Januars fiele. Jetzt dagegen wird es mit Wahrscheinlichkeit gegen das Ende des Januars hin gesucht werden müssen. Denken wir uns zur genaueren Bestimmung dieser Zeit eine horizontale Linie in zwölf gleiche, den Monaten entsprechende, Theile getheilt, in ihren Mitten Perpendikel errichtet, deren Höhen den Monatstemperaturen entsprechen, und die Enden dieser Perpendikel mit einander verbunden, so ist diese gebrochene Linie annäherungsweise die Temperaturcurve. Machen wir jetzt noch die wahrscheinliche Hypothese, dafs kurz *vor* dem wirklichen Minimum die Abnahme der Temperatur *dieselbe* sey als kurz *nach* derselben die Zunahme, so dürfen wir nur das Dreieck, welches entsteht, wenn man durch den Endpunkt des Februar-Perpendikels mit der Zeit-Linie eine Parallele zieht, und sie nach der linken Seite verlängert, bis sie die Verbindungslinie zwischen den Perpendikel-Enden des Decembers und Januars trifft, in ein anderes *gleichschenkliches* Dreieck von derselben Basis und Höhe verwandeln. Diese nach der Februarseite hin liegende Spitze des gleichschenklichen Dreiecks zeigt dann den Ort (die Zeit) für das Minimum an. Eine ähnliche Construction giebt die Zeit des Maximums. Uebersetzt man sie in Rechnung, so findet man allgemein die

Digitized by Google

$$\text{Zeit der Extreme} = (M) \pm \tfrac{1}{2} \frac{\alpha \mp a}{\alpha = A},$$

wenn (M) die Mitte des kältesten oder wärmsten Monats, A seine Temperatur, a und α die Temperaturen der beiden benachbarten Monate, und zwar a die dem A näher gelegene, α die von ihm mehr abweichende. Die Zeiten ferner des Frühlings- und Herbst-Mittels finden wir durch die einfache Annahme, dafs zwischen den Monatsmitten, zwischen denen die mittlere Temperatur des Jahres liegt, die Curve eine gerade Linie sey. Bezeichnen wir diese vier merkwürdigen Zeiten der Reihe nach mit n_1 n_2 n_3 n_4, für welche Gröfsen die Länge eines meteorologischen Monats die Zeiteinheit sey, und die entsprechenden Temperaturen mit t_1 t_2 t_3 t_4, bestimmen diese Gröfsen für alle vierzehn Jahre und nehmen die Mittel, so erhalten wir:

$$4)\quad \begin{cases} n_1 = 1{,}06 = \text{Anfang } 18. \text{ Januar} & t_1 = -3{,}964 \\ n_2 = 4{,}11 = \text{Ende } 20. \text{ April} & t_2 = +7{,}730 \\ n_3 = 7{,}14 = \text{Ende } 21. \text{ Juli} & t_3 = +19{,}158 \\ n_4 = 10{,}15 = \text{Mitte } 21. \text{ October} & t_4 = +7{,}730 \end{cases}$$

also die gröfste Schwankung $= 23^\circ{,}122$ C.

In Bezug auf die Zuverlässigkeit unserer Annäherungsmethode bemerke ich nur, dafs unsere Methode, wenn wir sie an den berechneten Temperaturen der zweiten Tafel prüfen, die Zeiten für die Extreme und Medien bis auf einen halben Tag mit den wirklichen übereinstimmend geben.

Als allgemeine, der Temperaturcurve zu Grunde zu legende Function wählen wir, da es wohl keine bessere giebt, die jetzt allgemein angenommene, oben mit No. 1 bezeichnete, brauchen sie indefs in aufgelöster Form:

$$T_n = T - a \sin n.30 - b \cos n.30 - c.\sin n.60 - d.\cos n.60.$$

Dann erhalten wir folgendes System:

$$5)\quad \begin{cases} t_1 = T - a \sin n_1.30 - b.\cos n_1.30 - c \sin n_1.60 - d \cos n_1.60 \\ 0 = - a \cos n_1.30 + b.\sin n_1.30 - 2c \cos n_1.60 + 2d \sin n_1.60 \\ t_3 = T - a \sin n_3.30 + b.\cos n_3.30 - c \sin n_3.60 - d \cos n_3.60 \\ 0 = - a \cos n_3.30 + b.\sin n_3.30 - 2c \cos n_3.60 + 2d \sin n_3.00 \\ 0 = - a \sin n_2.30 - b.\cos n_2.30 - c \sin n_2.60 - d \cos n_2.60 \\ 0 = - a \sin n_4.30 - b.\cos n_4.30 - c \sin n_4.60 - d \cos n_4.60 \end{cases}$$

in welchem die zweite und vierte Gleichung die differenziirte erste und dritte sind.

Digitized by Google

Die Mitteltemperatur hat bei uns dieselbe Bedeutung wie bei Kämtz, aufserdem haben wir noch diese sechs charakteristischen Gleichungen zur Bestimmung von *a b c d*, während nach jener Methode dazu elf weniger charakteristische übrig bleiben. Um vorerst für jene Constanten Annäherungen zu finden, sehen wir zurück auf die oben gefundenen Werthe für n, welche 1, 4, 7, 10 betragen + einem Ueberschufs, der im Mittel 0,115 beträgt. Setzen wir $a=\alpha+x$, $b=\beta+y$, $c=\gamma+z$, $d=\delta+u$, wo α β γ δ die ersten Annäherungen für *a b c d* sind, so erhalten wir, wenn $n=1{,}115$ genommen wird, mit Hülfe der vier ersten Gleichungen des Systems 5):

$$\alpha=\tfrac{1}{2}(t_3-t_1)\sin n.30 \quad =6{,}3724$$
$$\beta=\tfrac{1}{2}(t_3-t_1)\cos n.30 \quad =9{,}6465$$
$$\gamma=[T-\tfrac{1}{2}(t_3+t_1)]\sin n.60 =0{,}1223$$
$$\delta=[T-\tfrac{1}{2}(t_3+t_1)]\cos n.60 =0{,}0520.$$

Setzen wir diese Werthe in alle sechs Gleichungen des Systems 5), wenden die Methode der kleinsten Quadrate an, und bezeichnen die Werthe der linken Seiten (die, wenn die Werthe von *a b c d* strenge den sechs Gleichungen genügten, =0 seyn sollten) mit v_1 $v_2 \ldots v_6$, so erhalten wir:

$$\left.\begin{aligned} a &= 6{,}0811\\ b &= 9{,}4042\\ c &= 0{,}0769\\ d &= 0{,}1904 \end{aligned}\right\} \varepsilon''(v)=0{,}0813$$

und als (wieder zusammengezogene) Formel für die Elbinger Temperaturcurve:

$$T_n=7{,}730+11{,}1995 \sin(n.30+237^\circ\, 6')+0{,}2053 \sin(n.60+248^\circ\, 0'),$$

nach welcher die Extreme und Medien (zu deren Berechnung man meine Annäherungsformel oder, wenn man Genauigkeit verlangt, die gewöhnliche leichte Probirmethode, nicht aber die von Kämtz vorgeschlagenen Gleichungen des vierten Grades nutzen mag) auf den 18. Jan., 20. Apr., 21. Juli, 21. Oct., also auf dieselben Tage fallen, die wir bei der Berechnung zu Grunde gelegt haben, als Monatstemperaturen aber diejenigen sich ergeben, die in der vorletzten mit *a* bezeichneten Spalte der Tafel II zu finden sind.

Digitized by Google

Hat man nur die Absicht, die durch die Kämtz'sche Methode herbeigeführte Verflachung der Temperaturcurve zu vermeiden, so steht folgender kürzere Weg offen:

Man bestimme nach Kämtz die Formel 2) sammt den aus ihr folgenden Monatstemperaturen und ihrer gröfsten Schwankung (=21,006); man suche ferner aus den wirklichen Beobachtungen die Mittel aller kältesten und wärmsten Monate, und ihre Differenz (=23,122); bilde darauf den Quotienten $\frac{23,122}{21,006}=1,101$, und multiplicire mit ihm die Gröfsen u und u'. Die so erhaltenen Zahlen finden wir in der letzten, mit b bezeichneten, Spalte der Tafel II.

Königsberg, im Mai 1845.

J. Schumann.

XV. *Goldgehalt des Rheinsandes.*

Nach Hrn. Daubrée, Ingenieur de Mines und Professor in Strafsburg, kommt der Goldgehalt des Rheinsandes (oder vielmehr des Kieses, denn der feine Sand ist, gleich dem sogenannten Loefs, ohne Gold) etwa dem des Sandes der Eder in Hessen gleich, und verhält sich zu dem des Sandes in Sibirien und Chili wie 1 : 10 : 37. Dennoch ist die Gesammtmasse des Goldes im Rhein sehr grofs. Ein Kubikmeter gewöhnlichen Kieses, 1800 Kilogrm. wiegend, enthält durchschnittlich 0,0146 Grm. Gold; also sind in der goldführenden Schicht zwischen Rheinau und Philippsburg, die 123 Kilomet. lang, 4 Kilomet. breit und 5 Meter tief ist, 35916 Kilogrm. des edlen Metalls (wovon etwa 22000 auf Baden und Rheinbaiern kommen). Die Gesammtmasse des Goldes zwischen Basel und Manheim beträgt etwa 52000 Kilogrm., zum Werth von 166 Millionen Francs, wovon aber mehr als zwei Drittel auf den mit Ackerland gemengten Kies kommen. Die jährliche Ausbeute beträgt nur 45000 Francs. (*Compt. rend. T. XXII, p.* 639.)

Digitized by Google

Literarischer Anzeiger.
1846. № IV.

Dieser literarische Anzeiger wird den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von *J. C. Poggendorff*, und dem Journal für praktische Chemie, herausgegeben von *O. L. Erdmann* und *R. F. Marchand* beigeheftet. — Die Insertionskosten betragen für die Zeile aus Petite, oder deren Platz, $1^1/_4$ Ngr.

Versendet wurde:

Annalen der Physik und Chemie,

herausgegeben

von

J. C. Poggendorff.

67. Band. 3. u. 4. Stück 1846. No. 3 u. 4.

Inhalt von No. 3.: Ueber die vom Drehungsgesetz abhängigen Drehungen der Windfahne im Gegensatz der durch Wirbelwinde veranlassten; von H. W. Dove. Ueber directe Prüfungen des Drehungsgesetzes auf der nördlichen Erdhälfte und über Wahrnehmungen desselben auf der südlichen; von Demselben. Ueber die Verschiedenheit des amerikanischen und asiatischen Kältepols in Beziehung auf ihre Ortsveränderung in der jährlichen Periode, und über eine dieselbe Periode befolgende Aenderung der Gesammttemperatur der Erdoberfläche; von Demselben. Bestimmung der compensirten Drahtlängen ohne Luftthermometer; von Knochenhauer. Nachtrag zu dem Aufsatz: Ueber den Durchgang eines elektrischen Stromes durch eine Ebene, insbesondere durch eine kreisförmige; von Kirchhoff. Ueber die durch einen kräftigen Elektromagnet bewirkte, im polarisirten Lichte sich kundgebende Molecular-Veränderung flüssiger und fester Körper; von R. Böttger. Ueber eine merkwürdige Eigenschaft des Glimmers; von P. Riess. Bemerkungen über eine von R. Böttger angegebene Abänderung meines Verfahrens, Stahllamellen zu magnetisiren; von P. Elias. Amalgamirtes Eisen und dessen Verhalten in der galvanischen Kette; von J. T. Münnich. Ueber die Veränderung der elektromotorischen Kraft des Eisens; von W. Beetz. Guajakharz als Reagenz auf elektrische Ströme; von G. Osann. Platin im oxydirten Zustande; von Demselben. Ueber die Elasticität des Wasserdampfs in niederen Temperaturen; von G. W. Muncke. Ueber die theoretische Formel für die Spannkraft des Wasserdampfs; von C. Holtzmann. Ueber den Siedpunkt des Wassers in verschiedenen Höhen; von V. Regnault. Ueber die schweflichsauren Salze; von C. Rammelsberg. Ueber die Natur der Hefe; von F. W. Lüdersdorff. Zur Geschichte des Selens; von N. W. Fischer. Der Wasserbadtrichter; von P. Plantamour. Loxoclas, ein neues Glied des Felsit-Genus; von A. Breithaupt. Ueber einen merkwürdigen Felsit von Marienberg; von Demselben. Chemische Analyse der Kupferblende; von C. F. Plattner. Ueber den Krypto-

Digitized by Google

lith, eine neue Mineralspecies; von F. Wöhler. Erzgang, welcher Kalkschotten durchsetzt; von K. G. Fiedler. Notiz über die Abhängigkeit der Krystallform der Mineralkörper von den zusammensetzenden Atomen; von Buijs-Ballot. Ueber complementare Farbeneindrücke bei Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel; von W. Haidinger. Graphit, pseudomorph nach Schwefelkies; von Demselben. Faradays neue Entdeckung und deren Zusammenhang mit Seebecks Transversalmagnetismus.

Inhalt von No. 4.: Ueber den Cordierit; von W. Haidinger. Ueber die Vertheilung der freien Spannung auf dem Schliesungsdraht der elektrischen Batterie; von W. Knochenhauer. Ueber die galvanische Polarisation und elektromotorische Kraft in Hydroketten; von E. Lenz und Saweljev. Ueber ein bei der galvanischen Polarisation vorkommendes Gesetz; von Poggendorf. Ueber die Elasticität der Gase; von Regnault. Ueber die Ablenkung der Magnetnadel durch die elektrische Batterie; von P. Riess. Ueber natürliches und künstliches Ultramarin; von C. Brunner. Ueber die Cohäsion der Flüssigkeiten und deren Adhärenz an starren Körpern; von F. Donny. Ein neues Condensationshygrometer; von Belli. Von einem Donnerwetter, durch das Buchstaben sind abgedruckt worden. — Wirbelsturm im Indischen Meere. — Nordlicht am Tage. — Aus einem Schreiben von Sir David Brewster an Herrn Humboldt.

Journal für praktische Chemie,

herausgegeben

von

O. L. Erdmann und **R. F. Marchand.**

37. Bd. 3.—6. Heft. 1846. No. 3—6.

Inhalt von No. 3. und 4.: Die Zersetzungsverhältnisse des ersten Salpetersäurehydrats, verglichen mit denen des Wasserstoffsuperoxyds und des Ozons; von C. F. Schönbein. Ueber das Verhalten des wässerigen Broms und Chlors zur Untersalpetersäure; von Demselben. Ueber den angeblichen Stickstoffgehalt des Pikrotoxins und die Analyse stickstoffhaltiger Körper im Allgemeinen; von Erdmann und Marchand. Ueber die Bestimmung des Stickstoffes in den organischen Körpern; von Melsens. Ueber das Atomgewicht des Chlors; von Ch. Gerhardt. Ueber die Einwirkung des Chlorkalkes auf die Salze von Kupfer und Blei; von Walter Crum. Resultate der chemischen Untersuchung sächsischer Mineralien; von C. Kersten. Untersuchungen russischer Mineralien; von R. Herrmann. Chemische Untersuchung der beim Kupferschieferhüttenprocess fallenden Producte; von F. A. Genth in Marburg: I. Der Hüttenprocess auf der Friedrichshütte bei Riechelsdorf; II. Methoden, welche bei den Analysen befolgt wurden; III. Die Producte der Friedrichshütte; IV. Analysen anderer Kupfersorten; V. Zusammenstellung der Analysen der untersuchten Hüttenproducte; VI. Technische Bemerkung zu dieser Untersuchung. — Ueber den Einfluss der extremen Wärmegrade der Atmosphäre auf die Erzeugung der Kohlensäure bei Respiration der warmblütigen Thiere; von F. Letellier. Ueber die

Digitized by Google

Hippursäure, die Benzoësäure und den Leimzucker; von Dessaignes. Ueber die Constitution des Bebeerins; von Douglas Maclagan und Th. G. Tilley. Ueber die Anwendung des Jods, um bei gerichtlich-medicinischen Untersuchungen die kleinsten Arsenikflecken von Antimonflecken zu unterscheiden; von Lassaigne. Beitrag zur Darstellung des Zink-Eisencyanürs oder Ferrocyan-Zinks; von L. E. Jonas. Einwirkung der Schwefelsäure auf den Zucker. Analyse verschiedener alter Broncestücken (coins), welche im Departement de l'Oise gefunden wurden; von Amedée Moëssard.

Inhalt von No. 5.: Ueber die Zersetzungsproducte der mineralischen Gruppen der Silicate; von Ebelmen. Ueber das Quecksilber und einige seiner Verbindungen; von Millon. Ueber die Einwirkung des Chlors auf das Cyan-Quecksilber unter dem Einfluss der Sonnenstrahlen; von J. Bouis. Ueber die Zimmtsäure und über das Cinnamén; von E. Kopp. Ueber das Oel, welches sich bei der Einwirkung von Chlor auf Zimmtsäure erzeugt; von Dr. J. Stenhouse. Ueber den Stickstoffgehalt der Nahrungsmittel; von Dr. J. Schlossberger und A. Kemp. Ueber die chemische Zusammensetzung des Eigelbs, von Globey. Ueber die Zusammensetzung des Inulins; von Dr. A. Woskressensky. Notiz über die Chloracetaminsäure. Notiz über Grubenluft; von F. Leblanc. Bestimmung der Heizkraft einiger Brennmaterialien; von Prof. G. Forchhammer. Erwiederung auf Liebig's Abhandlung über Weingährung; von Dr. Schubert in Würzburg.

Inhalt von No. 6. Ueber die Anwesenheit der kohlensauren Salze in dem Blute; von Marchand. Mikrochemische Untersuchungen über die Beschaffenheit und die Entwickelung des Zellgewebes der Pflanzen; von P. Harting. Ueber Pflanzenschleim; von G. J. Mulder. Versuche über Düngung; vom Fürsten zu Salm-Horstmar. Einwirkung des Chlors auf den Oxaläther und auf das essigsaure Methyloxyd; von S. Cloez. Untersuchung der Verbindungen der Borsäure und der Kieselsäure mit den Aethern; von Ebelmen. Zusammensetzung des jodhaltigen Wassers von Gebangan (in Indien); von G. J. Mulder. Krystallisirtes Zinnoxyd; vom Artilleriehauptmann T. Jörmer. Ueber die Bildung von einer kautschukartigen Substanz als Rückstand der abgebrannten siccativen fetten Oele; von L. E. Jonas.

***Joh. Ambr. Barth** in Leipzig.*

In **Baumgärtners Buchhandlung** zu Leipzig ist so eben erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Lehrbuch der Chemie,

zum Gebrauche bei Vorträgen, sowie auch zum Selbststudium für Mediziner, Pharmaceuten, Landwirthe und Techniker. Faßlich bearbeitet von Dr. Wilibald Artus, außerordentlichem Prof. an der Universität Jena. gr. 8. broch. $2\frac{1}{2}$ Thlr.

Ein Werk, welches eine für das Leben so einflußreiche Wissenschaft auf eine so faßliche und zugleich praktische Weise behandelt, wird um so willkom-

Digitized by Google

neuer erscheinen, als es aus der Hand eines sowohl als Lehrer, als auch als Schriftsteller rühmlichst anerkannten Mannes gelangt, der in diesem Werke die Theorie mit der Praxis so zu amalgamiren gesucht hat, daß nicht nur der Pharmaceut, Arzt, sondern auch der Landwirth und Techniker, sowie überhaupt jeder Gebildete einen reichen Quell der nützlichsten Belehrung in demselben finden wird.

In derselben ist ferner erschienen und an alle Buchhandlungen versendet worden:

Handbuch der Chemie,

in welchem die anorganischen, organischen und organisirten Verbindungen dem neuesten Standpunkte der Wissenschaft entsprechend, und des leichtern Ueberblickes wegen, nach den Grundsätzen der dualistischen Ansicht, in zwei nebeneinander verlaufenden Rubriken, deren eine die basischen, die andere die sauern Verbindungen enthält, abgehandelt sind. Zum Gebrauch bei Lehrvorträgen, sowie auch zum Selbststudium für Aerzte, Pharmazeuten, Techniker, Oekonomen u. s. w.

Von **L. E. Jonas.** 32 Bogen. gr. 8. broch. 1 Thlr. 26 Ngr.

In **J. D. Sauerländer's Verlag** in Frankfurt a. M. ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Böttger, Dr. und Prof. Rud., Materialien zu Versuchen für chemische und physikalische Vorlesungen. Mit in den Text eingedruckten Figuren. gr. 8. Geh. 24 Sgr. fl. 1. 24 kr.

Geubel, Dr. H. K., neuere Beiträge zur Zoologie. Enthaltend eine Reihe von Untersuchungen und Beobachtungen über einige Gryllus-, Locusta-, Acridium-Arten &c. gr. 8. Geh. $13\frac{1}{2}$ Sgr. 48 kr.

Bei **Mörschner's Wwe. Bianchi** in **Wien** ist erschienen:

Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroskopie in ihrer Anwendung auf die praktische Medicin. Unter Mitwirkung mehrerer Gelehrten des Inn- und Auslandes, herausgegeben und redigirt von Dr. J. F. Heller. 3. Jahrgang 1846. Preis des Jahrgangs von 6 Heften 6 fl. C.-M. = 4 Thlr.

Literarischer Anzeiger.
1846. № V.

Dieser literarische Anzeiger wird den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von *J. C. Poggendorff*, und dem Journal für praktische Chemie, herausgegeben von *O. L. Erdmann* und *R. F. Marchand* beigeheftet. — Die Insertionskosten betragen für die Zeile aus Petite, oder deren Platz, 1¼ Ngr.

Versendet wurde:

Annalen der Physik und Chemie,

herausgegeben
von
J. C. Poggendorff.

68. Band. 1. Stück 1846. No. 5.

Inhalt: Bemerkungen zu meiner Theorie des farbigen Lichts der Doppelsterne etc. mit vorzüglicher Rücksicht auf die von Hrn. Dr. Ballot zu Utrecht dagegen erhobenen Bedenken; von *Chr. Doppler*. Ueber den weissen Regenbogen; von *A. Bravais*. Ueber den Einfluss der Elektricität des Platins und des Silbers auf das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft; von *C. F. Schönbein*. Ueber das Verhalten des Ozons zu Jod, Chlor, Brom und Untersalpetersäure; von *Demselben*. Ueber elektrische Ströme, erregt durch Schwingungen in Drähten und Metallstäben; von *Sullivan*. Ueber den Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den specifischen Gewichten der flüssigen organischen Verbindungen, nebst Kritik der *Kopp*'schen Werthe die specifischen Gewichte vorauszubestimmen etc.; von *C. Löwig*. Beobachtung der Lichtpolarisationsbüschel in geradlinig polarisirtem Lichte; von *W. Haidinger*. Ueber die Construction zusammengesetzter Mikroskope; von *Barfuss*. Untersuchung über den Einfluss, welchen die Anzahl und das Verweilen der in der Sonnenscheibe beobachteten Flecke auf die Temperaturen an der Erde ausüben können; von *A. Gautier*. Versuche über die Sonnenflecke; von *Henry*. Neunzehnte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektricität; von *M. Faraday*. (Ueber die Magnetisirung des Lichts und die Beleuchtung der Magnetkraftlinien.) Lösung des kürzlich über die Verzweigung galvanischer Ströme aufgestellten Problems für den Entladungsstrom der elektrischen Batterie; von *Knochenhauer*. Ueber die Vibrationen, welche ein elektrischer Strom im weichen Eisen hervorruft; von *W. Wertheim*. Ueber die Leitungsfähigkeit des Erdbodens für galvanische Ströme; von *C. Matteucci*. Ueber das specifische Gewicht der Kieselerde; von Graf *Schaffgotsch*. Ueber elektrisches Papier; von *Schönbein*.

Journal für praktische Chemie,

herausgegeben
von
O. L. Erdmann und **R. F. Marchand.**

37. Bd. 7. u. 8. u. 38. Bd. 1. Heft. 1846. No. 7—9.

Inhalt von No. 7. u. 8.: Ueber die Euxanthinsäure; von *Erdmann*. Zweite Abtheilung. Untersuchung über die Chloräther; von *Malaguti*.

Ueber den citronensauren Methyläther; von *St. Evre.* Ueber die Existenz einer ternären mit der Cellulose identischen Substanz in einer ganzen Classe wirbelloser Thiere der Tunicaten; von *C. Loewig* und *A. Koelliker.* Beobachtungen über das Verhalten regulinischer Metalle in einer wässerigen Lösung von Cyankalium; von Dr. *C. Elsner.* Einige auf die galvanische Vergoldung und Versilberung Bezug habende Notizen; von *Demselben.* Ueber eine neue Methode der Bestimmung des Kupfers; von *J. Pelouze.* Ueber die Darstellung von künstlichem Aventurin; von *Frémy* und *Clémandot.* Neue Verbindung von Brom und Bor, Bromborsäure und Ammoniakbromborat; von *Poggiale.* Ueber die Cyanverbindungen des Platins; von *W. Knop* und *G. Schnedermann.* Ueber Chromchlorüre; von *Peligot.* Ueber einige neue Verbindungen des Zinnchlorids; von *B. Lewy.* Ueber eine vortheilhafte Methode der Aufschliessung des Osmium-Iridiums; von *J. Fritzsche.* Ueber ein neues krystallisirtes Kupferammoniakarseniat; von *Damour.* Ueber einige von den Oxyden der Magnesiagruppe gebildete Doppelsalze; von *J. J. Pierre.* Entdeckung einer natürlichen, nicht vulkanischen Puzzulane im Departement der Ardennen; von *Vicat.* Notiz über den Diaspor; von *A. Damour.* Notiz über ein krystallisirtes Blei-Sulpharseniat, ein neues Mineral; von *Demselben.* Notiz über das Verfahren *Levol's*, Zinn von Antimon zu trennen. Ueber die Anwendung des Thonerdeoxalats bei der Fabrication des Rohr- und Rübenzuckers; von *Mialhe.* Neues Verfahren in der Lohgerberei; von *Turnbull.* Analyse der grauen Feldschnecke (Limax agrestis); von *Henri Braconnot.* Einwirkung der Salpetersäure auf Choloïdinsäure und Cholesterin-Schwefelgehalt des Taurins. — Kupfergehalt der Galle. — Hefe. — Reduction der Chromsäure durch Alkoholdunst, Ammoniack u. s. w. — Atomgewicht des Chroms. — Chemische Apparate.

Inhalt von No. 9.: Ueber Natronseen auf der Araxes-Ebene, nebst einem Anhange über die dortigen Sodapflanzen; von *H. Abich.* Ueber die unorganischen Bestandtheile der Vegetabilien; von Dr. *Knop.* Untersuchung der Asche gesunden und brandigen Weizens; von Dr. *Petzholdt.* Ueber die Entwickelung der mineralischen Substanzen in dem Knochensysteme des Schweins; von *Boussingault.* Ueber die Verbindungen des Zinns mit dem Jod; von *Thomas G. Henry.* Ozon. — Ueber Kaliumeisencyanür und Kaliumeisencyanid. — Untersuchung einiger Cyanverbindungen des Eisens.

Joh. Ambr. Barth in Leipzig.

Bei mir erschien so eben und ist durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Naturlehre

für

höhere Lehranstalten und zum Privatgebrauche für gebildete Nichtstudirende.

Von

Jac. Katzfey,

Gymn.-Dir. in Münstereifel, Ritter d. roth. Adl.-Ord. 4. Kl., Mitglied mehrer gelehrten Gesellschaften.

1. Bändchen: Experimentalphysik, mit einer lith. Tafel. brosch. 12 Sgr. oder Ngr. 2. Bändchen: mathematische Naturlehre, mit einer lith. Tafel, brosch. 8 Sgr. oder Ngr.

Vermehrte und verbesserte Ausgabe.

Cöln im April 1846. **Joh. Georg Schmitz.**

Digitized by Google

Bei **C. F. Winter**, akad. Verlagshandlung in Heidelberg, ist so eben erschienen und in allen Buchhandlungen vorräthig:

Anleitung
zur
qualitativen chemischen Analyse
zum Gebrauche
im chemischen Laboratorium zu Giessen.
Bearbeitet
von
Dr. ***Heinrich Will***,
ausserordentlichem Professor an der Universität zu Giessen.
Mit einer Vorrede von *J. v. Liebig*.
Fein cart. Preis: 1 Fl. 30 Kr. rh., — 26 Ngr. od. 1 Fl. 18 Kr. C.-M.

In Liebig's Annalen für Chemie und Pharmacie 1841. Band XXXIII pag. 20—31 stellt Herr Prof. Liebig eine neue Theorie der Bildung des Blutlaugensalzes oder Kaliumeisencyanürs auf, welche für jeden wissenschaftlich gebildeten Chemiker sowohl, wie für den Fabrikanten dieses wichtigen chemischen Products, dessen Anwendung und Verbrauch für technische Zwecke sich bisher steigend mehrte, von hohem Interesse sein muß, indem durch sie die Mittel und Wege gezeigt werden, durch deren Anwendung die Ausbeute dieses Fabrikates auf eine weit vortheilhaftere Art zu bewerkstelligen ist. Was aber hier Herr Professor Liebig durch neue scharfsinnige Versuche evident nachweist, nämlich das Entstehen des Blutlaugensalzes auf eine ganz einfache Weise durch das Verhalten des Cyankaliums zum Eisen und zu gewissen Verbindungen des Eisens, wurde zum Theil schon früher in der Schrift:

„Hofflmaier und Brückner, die Fabrikation des Blausalzes oder des cristallisirten Kalium-Eisencyanürs im Großen. Mit Abbildungen. gr. 8. Hof, G. A. Grau. Preis 12 gGr. = 15 Sgr. = 54 Kr. rhein."

dem chemischen Publicum empfohlen, und bewährt den practischen Sinn der Herren Verfasser.

Jeder denkende Chemiker, welcher die dermaligen Vorschläge des Herrn Prof. Liebig mit jenen der Herren Hofflmaier und Brückner in Vereinigung bringt, wird den Werth obiger Schrift, welche ohnehin schon bei ihrem Erscheinen mit Beifall aufgenommen wurde, nicht verkennen, da sie in gedrängter Kürze und Klarheit alle auf diesen Zweig der Fabrikation ins Große einschlagenden Einrichtungen, Vortheile und Verbesserungen angiebt, die als Frucht langjähriger Praxis, weit den Preis dieses Werkes übersteigen.

In unserm Verlage erschien so eben:

Vollständiges Taschenbuch der theoretischen Chemie
zur schnellen Uebersicht und leichten Repetition
bearbeitet von
Professor Dr. **C. G. Lehmann.**
3. wesentlich verbesserte u. vermehrte Auflage. 12. Velinpapier.
brosch. 2 Thlr.

Digitized by Google

genügendes Zeugniss von der vorzüglichen Brauchbarkeit dieses Werkes; die vorliegende dritte, in welcher der Verf. auf alle neuen Resultate der Chemie sorgfältig Rücksicht genommen hat, ist deshalb an Bogenzahl bedeutend vermehrt, in formeller Hinsicht aber auch theilweise verändert worden.

Im Mai 1846.

Rengersche Buchhandlung in Leipzig.

Im Verlage des Unterzeichneten ist erschienen:

Götz, Dr. J., Die Elemente der Physik nach mathematischen Prinzipien zum Gebrauche für höhere Schulen und Gymnasien. Nebst 343 in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. 2 Thlr. 18 Ngr.

Vieth, G. U. A., Anfangsgründe der Naturlehre, 6. veränderte und sehr vermehrte Auflage. Nach dem Tode des Verfassers bearbeitet von Dr. J. Götz. Mit 142 in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. 1 Thlr.

Liscovius, K. F. S., Physiologie der menschlichen Stimme für Aerzte und Nichtärzte. gr. 8. geh. 21 Ngr.

Hochstetter, C., über verschiedene Erscheinungen bei der Darstellung des Zuckers. gr. 8. geh. 7½ Ngr.

Joh. Ambr. Barth in Leipzig.

Druck der Teubner'schen Officin in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

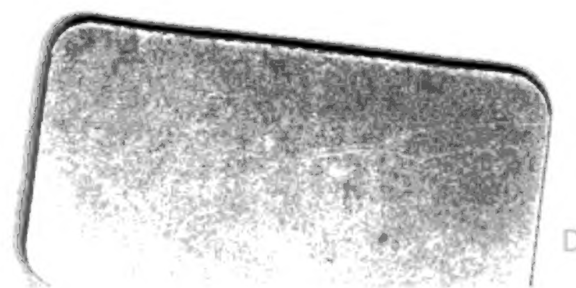
HT
HM

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SEP 11 1940



Digitized by Google

Digitized by Google